

ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA DE AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO

RAQUEL CASTELLUCCI CARUSO

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de Concentração: Economia
Aplicada.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Março - 2002

ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA DE AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO

RAQUEL CASTELLUCCI CARUSO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof^ª Dra. **HELOISA LEE BURNQUIST**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração: Economia Aplicada.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Março - 2002

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Caruso, Raquel Castellucci
Análise da oferta e demanda de açúcar no Estado de São Paulo / Raquel
Castellucci Caruso. - - Piracicaba, 2002.
79 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
Bibliografia.

1. Açúcar 2. Mercado agrícola 3. Oferta e demanda 4. São Paulo (SP) I. Título

CDD 338.476641

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais

João Gustavo e Maria Inês

Aos meus irmãos

Eloisa e André

DEDICO

Ao meu noivo

João Maurício

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais, que sempre me apoiaram e incentivaram, principalmente nos momentos mais difíceis, além de me proporcionarem condições para a realização deste trabalho;
- À Prof^a Heloisa Lee Burnquist, pelo carinho, dedicação e amizade durante a execução deste trabalho;
- À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em especial ao Departamento de Economia, Administração e Sociologia, seus professores e funcionários, pelos ensinamentos e pelo auxílio na realização deste trabalho;
- Aos amigos Sílvia Janine S. de Pizzol, Simone Yuri Ramos, Cinthia Cabral da Costa e Marcos Minoru Hasegawa pela amizade e pelos auxílios nos momentos de maiores dificuldades;
- Ao Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo;
- Aos Profs. Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros, Mirian Rumenos Piedade Bacchi e Sílvia Helena Galvão de Miranda pelas valiosas sugestões quando do exame de qualificação;
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO	x
SUMMARY	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Caracterização geral do setor sucroalcooleiro no período pós-desregulamentação.....	5
2.1.1 Evolução da produção de cana-de-açúcar para o período de 1990-2000	7
2.1.2 Evolução da produção de açúcar para o período de 1990 a 2000.....	10
2.1.3 Evolução da produção de álcool anidro e álcool hidratado para o período 1990 – 2000	17
2.1.4 Alguns aspectos do mercado internacional de açúcar e a inserção do Brasil nesse mercado.....	19
2.2 Trabalhos referentes à análise do mercado de açúcar.....	25
2.3 Outros trabalhos que analisaram a estrutura de mercado de produtos agrícolas.....	31

3 METODOLOGIA.....	34
3.1 Referencial teórico.....	34
3.1.1 Modelo de oferta e demanda de açúcar	37
3.2 Modelo econométrico.....	38
3.2.1 O problema da identificação.....	42
3.3 Procedimentos econométricos.....	43
3.3.1 Teste de simultaneidade	43
3.3.2 Teste de estacionariedade.....	46
3.3.3 Teste de co-integração	50
4 DADOS	52
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
5.1 Teste de simultaneidade	54
5.2 Teste de estacionariedade.....	55
5.3 Teste de co-integração	58
5.4 Resultados da estimação do modelo de oferta e demanda de açúcar	59
5.5 Resultado da estimação da equação da demanda de açúcar.	63
6 CONCLUSÕES.....	66
ANEXOS.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
APÊNDICES	77

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Evolução da produção brasileira de cana-de-açúcar durante o período 1990/91 a 2000/01.	8
2 Evolução da produção de açúcar no Estado de São Paulo durante o período de 1989/90 a 2000/01 (em toneladas).	12
3 Preço em equivalente de ATR para produção de açúcar cristal, álcool anidro e álcool hidratado.	13
4 Produção de álcool hidratado, álcool anidro e açúcar em toneladas de ATR no Estado de São Paulo.	14
5 Preços médios anuais de açúcar cristal em R\$/sc de 50 kg.	15
6 Evolução da renda e demanda interna de açúcar no Estado de São Paulo para o período analisado (Índice com base em janeiro de 95).....	17
7 Evolução da produção brasileira de álcool durante o período de 1975/76 a 2000/01 (em metros cúbicos).	18
8 Produção de álcool anidro e hidratado no Estado de São Paulo para o período de 1994/95 a 2000/01.	19
9 Preços médios internacionais do açúcar, contrato n.11-CSCE (Coffee, Sugar and Cocoa Exchange) durante o período de 1994/95 – 2000/01.....	21
10 Nível de estoque de açúcar mundial em relação ao consumo mundial.	22
11 Preços e quantidades de equilíbrio.	36

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Principais culturas e seus respectivos volumes de produção - 2000.	7
2 Produção de cana-de-açúcar, por estados, na região Centro-Sul–safra 2000/01	10
3 Evolução da produção de açúcar no período 1990/91 a 2000/01 (em mil t).	11
4 Balanço mundial de açúcar 1994/95 – 2000/01 (em milhões de toneladas).	20
5 Relação entre volume de exportação brasileira e mundial e produção brasileira e mundial (em %).	23
6 Volume importado de açúcar pelos principais países compradores (jan/dez) – US\$ FOB.	24
7 Evolução das exportações e produções e relação produção/exportação de açúcar do Estado de São Paulo e do Brasil (em milhões de toneladas).	25
8 Coeficientes de elasticidade preço e elasticidade renda obtido pelos diversos autores.	28
9 Definição das variáveis utilizadas na presente pesquisa.	54
10 Teste de estacionariedade do modelo com constante e tendência.	56
11 Teste de estacionariedade para o modelo com constante e sem tendência.	57
12 Teste de estacionariedade para o modelo sem constante e sem tendência.	57
13 Teste de estacionariedade para o modelo sem constante e sem tendência.	58
14 Resultados da estimativa da equação de oferta de açúcar no Estado de São Paulo. Período: janeiro de 1995 a outubro de 2000.	60
15 Resultados da estimativa da equação de demanda de açúcar no Estado de São Paulo. Período: janeiro de 1995 a outubro de 2000.	62

16 Resultados da estimativa da equação de demanda de açúcar no Estado de São Paulo pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Período: janeiro/1995 a outubro de 2000	64
--	----

ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA DE AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO

Autora: RAQUEL CASTELLUCCI CARUSO

Orientador: Prof^a Dra. HELOISA LEE BURNQUIST

RESUMO

Neste trabalho, a oferta e a demanda de açúcar no Estado de São Paulo foram analisadas para o período de janeiro de 1995 a outubro de 2000 através de um sistema de equações simultâneas a fim de se obter as elasticidades preço da oferta e as elasticidades preço e renda da demanda, as quais são instrumentos úteis no auxílio à determinação das políticas públicas voltadas ao setor sucroalcooleiro. O período analisado está inserido na fase de desregulamentação do setor sucroalcooleiro, no qual o governo deixou de determinar as cotas de produção de açúcar e de álcool para cada usina ou destilaria, os preços da matéria-prima e dos produtos finais e a operacionalização das exportações de açúcar excedente produzido. As variáveis consideradas na equação da oferta (preço do açúcar cristal no Estado de São Paulo, preço do açúcar no mercado internacional e preço do álcool) apresentaram sinais coerentes aos esperados e significativas a 10% de probabilidade com exceção da variável preço do álcool hidratado, que apesar de ter apresentado sinal correto, mostrou-se estatisticamente não-significativo. Os resultados obtidos indicaram que a oferta é elástica a preços, tendo-se encontrado uma elasticidade preço da oferta de 1,8917, indicando que um aumento de 1% nos preços do açúcar a oferta varia 1,8917% no mesmo sentido. O coeficiente da variável preço do açúcar no

mercado internacional foi de $-0,4233$ indicando que a um aumento de 1% no preço do açúcar no mercado internacional, a oferta de açúcar no mercado interno varia $0,4233\%$ em sentido oposto, pois parte do açúcar ofertado internamente será deslocado para o mercado externo. Esses resultados devem ser analisados, no entanto, com certa cautela visto que os resultados econométricos obtidos não foram satisfatórios. As variáveis consideradas no ajustamento da equação da demanda, preço do açúcar cristal no Estado de São Paulo e renda, foram estatisticamente não significativas e apenas a variável preço do açúcar cristal no Estado de São Paulo apresentou sinal coerente ao esperado. Portanto, não foi possível a obtenção das elasticidades preço e renda da demanda. A variável dependente defasada foi incluída para eliminar o problema de autocorrelação de resíduos. A fim de se obter as elasticidades preço e renda da demanda, estimou-se uma equação de demanda de açúcar através do método dos mínimos quadrados ordinários, visto que a variável dependente é relativa à quantidade de açúcar comercializada no Estado de São Paulo. Os resultados indicaram que as variáveis preço do açúcar no Estado de São Paulo ($-0,4703$) e renda ($0,9960$) são significativas a 10% e 1%, respectivamente. Os valores dos coeficientes obtidos, $-0,4703$ e $0,9960$ para as variáveis preço do açúcar e renda respectivamente, indicaram que a demanda é inelástica a preço e renda por ser o açúcar um bem essencial e de necessidade básica.

ANALYSIS OF THE SUPPLY AND DEMAND OF SUGAR IN THE STATE OF SÃO PAULO

Author: RAQUEL CASTELLUCCI CARUSO

Adviser: Prof^a Dra. HELOISA LEE BURNQUIST

SUMMARY

In this paper, the supply and demand for sugar in the State of Sao Paulo were analyzed for the period of January 1995 to October 2000, using a system of simultaneous equations, in order to obtain price elasticity of supply, as well as price and income elasticities of demand. These are useful instruments to determine public policies for the sugarcane sector. The period analyzed coincides with the deregulation of the sugarcane sector, in which the Brazilian government stopped determining sugar and ethanol production quotas for each sugarmill and ethanol distillery, price of raw material and of the final products and relinquished its control for exporting sugar. The variables considered in the supply equation (price of crystal sugar in the State of Sao Paulo, price of sugar in the international market and price of ethanol) showed expected signs, significant at 10% probability except the “price of ethanol” which was not statistically significant. Results indicate a price supply elasticity of 1,8917, indicating that a 1 percent price increase would cause a 1,8917 percent increase in supply. The coefficient of the variable “price of sugar in the international market” was estimated to be $-0,4233$

indicating that an increase of 1% in the price of sugar in the international market would cause a decrease of sugar supply in the internal market of 0,4233. These results should be taken with caution, since the econometric results obtained were not totally satisfactory. The variables considered in the adjustment of the demand equation: price of granulated sugar in the State of Sao Paulo and income, were not statistically significant and only the variable granulated sugar in the State of Sao Paulo, showed the expected sign. Therefore it was not possible to obtain the price and income elasticities of the demand. The lag dependent variable was included to eliminate the autocorrelation of residues. In order to obtain price and income elasticities of demand an equation for sugar demand, was estimated using ordinary least squares, given that the dependent variable is relative to the amount of sugar marketed in the State of Sao Paulo. Results indicate that the variable price of sugar in the State of Sao Paulo (-0,4703) and income (0,9960) are statistically significant at a probability level of 10% and 1% respectively. These coefficients indicate that the demand is inelastic for price and income, since sugar is a basic good.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo identificar e analisar a estrutura do mercado de açúcar no Estado de São Paulo, através de um modelo de oferta e demanda, considerando um período posterior à desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro, compreendido entre janeiro de 1995 a outubro de 2000.

A desregulamentação do setor sucroalcooleiro teve início no começo da década de 90 com o Governo Collor. Nesse período, o modelo de desenvolvimento baseado na combinação de substituição de importações, protecionismo e forte intervenção do Estado na economia começou a ser questionado. A partir dessa época, houve um processo acentuado de abertura da economia, com eliminação de barreiras não-tarifárias e quedas significativas das tarifas de importação, acompanhados de um programa de desestatização que se converteu em uma política de governo (Giambiagi e Além, 1999).

O complexo agroindustrial canavieiro, atividade econômica mais antiga do Brasil (Ramos, 1999), tem sua história marcada pela forte intervenção estatal, cujo marco fundamental foi a criação do IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool - em 1933. Entre as diversas funções desse instituto, destacam-se a determinação dos limites de produção de açúcar e de álcool, através de cotas para cada usina ou destilaria quando da definição do Plano de Safra, além da fixação de preços da matéria-prima e dos produtos finais, e também a operacionalização das exportações do açúcar excedente produzido.

As mudanças ocorridas a partir do início da década de 90, para reduzir e modernizar o papel do governo, promover a privatização e a competitividade na

economia, concorreram para o esgotamento das potencialidades do IAA, resultando na sua extinção em março de 1990. Tal fato passou a se constituir em um marco inicial da desregulamentação do setor sucroalcooleiro.

A intervenção estatal sobre o setor sucroalcooleiro, ao longo de três décadas, determinou a estrutura do mesmo. A desregulamentação implicou no estabelecimento de condições mais competitivas, visto que os preços dos produtos passaram a ser determinados de acordo com as regras de livre mercado. Dessa forma, mudanças estruturais podem ter ocorrido neste setor, ao longo desse período, especialmente no mercado de açúcar.

À liberalização dos preços do açúcar, seguiu-se uma maior instabilidade desses no mercado interno, associada a mudanças nos níveis de produção e estoques dos principais produtos finais do setor: açúcar, álcool anidro e álcool hidratado (Ramos, 1999). Além disso, os preços internos passaram a apresentar maior inter-relação com os preços no mercado internacional, mediante a desregulamentação das exportações (mantidas até 1994 sob um sistema de quotas tarifárias) e o aumento acentuado das exportações brasileiras de açúcar. Esses fatores têm indicado o estabelecimento de mecanismos de arbitragem entre os preços domésticos e externos de açúcar.

A relevância da estimação de equações de oferta e demanda para o mercado brasileiro de açúcar é evidenciada no contexto de livre mercado em que este se inseriu, desde a sua desregulamentação. A pressuposição utilizada no presente trabalho é que a oferta e a demanda de açúcar no Estado de São Paulo são determinadas simultaneamente, determinando preço e quantidade de equilíbrio.

A estimação de equações estruturais de oferta e demanda de açúcar, compreendendo período recente, possibilita não apenas a obtenção das elasticidades preço e renda, mas também constitui-se em um poderoso instrumento de previsão e análise de políticas, uma vez que possibilita inferir, com algum grau de confiança, os

impactos que medidas políticas de incentivo à produção, preços e rendas possam ter sobre o mercado de açúcar.

A análise econométrica de mercado tem-se tornado cada vez mais importante nas economias modernas pela necessidade de investigar as respostas (de curto e longo prazo) do sistema a diversas mudanças a ele impostas pelos responsáveis por políticas e pelo planejamento da atividade econômica. O conhecimento dos resultados de políticas (de incentivo à produção, de preços e rendas, etc) é necessário antes que essas medidas sejam tomadas (Barros, 1987).

Este trabalho está organizado em sete capítulos. O capítulo 2 apresenta a revisão de literatura onde são abordados aspectos referentes à caracterização do setor sucroalcooleiro; à análise de trabalhos que tiveram como tema central a análise da estrutura de mercado de açúcar e outros trabalhos que analisaram a estrutura de mercado de produtos agrícolas.

O capítulo 3 refere-se à metodologia empregada para a realização do trabalho. As fontes dos dados utilizados para a estimação do modelo de oferta e demanda são apresentadas no capítulo 4. O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com as análises econométricas bem como as estimações do modelo proposto e por fim, o capítulo 6 apresenta as conclusões.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal estimar um modelo de oferta e demanda de açúcar para o Estado de São Paulo para avaliar o período de desregulamentação do setor sucroalcooleiro. Para tal, pretende-se, especificamente:

- a) Considerando-se a teoria microeconômica e evidências empíricas, determinar formas de expressar as funções de oferta e de demanda de açúcar no Estado de São Paulo, para o período posterior à desregulamentação do setor sucroalcooleiro;
- b) Estimar os parâmetros das relações e analisar os valores obtidos para elasticidade-preço da oferta, elasticidade preço e elasticidade renda da demanda de açúcar para o Estado de São Paulo.

Como objetivos secundários, procura-se descrever o mercado de açúcar para o período compreendido pelo estudo (janeiro de 1995 a outubro de 2000), considerando-se os fatores determinantes de seu desempenho e evolução. Além disso, apresenta-se uma revisão de trabalhos com objetivos semelhantes conduzidos para estimar funções de oferta e demanda de açúcar, no âmbito do país, bem como procedimentos empregados para proceder a estimativas de modelos estruturais de oferta e demanda, segundo um caráter geral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este item está organizado de forma a caracterizar, a princípio, a importância do setor sucroalcooleiro, que compreende os segmentos produtores de cana, açúcar e álcool, considerando-se diferentes níveis da economia global. A princípio, tem-se uma descrição de sua inserção na economia nacional, seguindo-se de uma apresentação dos fatores que distinguem o Estado de São Paulo na determinação da produção do setor. Procede-se ainda, a uma descrição dos fatores que determinam a importância assumida pelo país no contexto do mercado internacional de açúcar.

A seguir, procura-se destacar os fatores considerados relevantes para caracterizar a oferta e a demanda pelo açúcar no âmbito do Estado de São Paulo, que é objeto do presente trabalho, bem como a forma de evolução desses fatores ao longo do período compreendido pela análise econométrica. Finalmente apresenta-se uma revisão de literatura de trabalhos que procuraram estudar a estrutura do mercado de açúcar em outros períodos.

2.1 Caracterização geral do setor sucroalcooleiro no período pós-desregulamentação

O setor sucroalcooleiro tem importância destacada na economia brasileira, sendo que estimativas têm indicado que este tem sido responsável por aproximadamente 2% do PIB brasileiro, proporcionando uma arrecadação de aproximadamente R\$ 3,1 bilhões de impostos, com um faturamento do setor estimado em R\$ 18,7 bilhões (União da Agroindústria Canavieira de São Paulo - UNICA, 2000). Além disso, as exportações de

açúcar realizadas pelo setor têm proporcionado uma entrada expressiva de divisas para o país. No ano de 2001, o valor alcançado pelas exportações foi da ordem de US\$ 2,28 bilhões, correspondendo a 3,91% do total dos bens exportados pelo Brasil. O volume exportado na safra 2000/01 mantém o país na primeira posição das exportações mundiais de açúcar, posição essa conquistada em meados da década de 90.

Outro aspecto de importância fundamental constitui-se no potencial de produção de combustíveis pelo setor, o qual atingiu 10,5 bilhões de litros de álcool na safra 2000/01. A utilização do álcool carburante reduz as emissões de CO₂ e dos gases tóxicos dos motores, além de gerar empregos. Os problemas de abastecimento de álcool, no começo dos anos 90, têm sido vinculados principalmente ao baixo nível de preços alcançados pelo produto. Nesse período, a economia era regulamentada e o governo intensificou o uso de instrumentos de congelamento de preços para desacelerar a evolução da inflação. Estima-se que o emprego do álcool anidro misturado à gasolina representa uma economia de divisas com a importação de combustíveis da ordem de US\$ 43 bilhões (Navarro Junior, 2001).

A importância do setor em termos do potencial de co-geração de energia através da queima do bagaço também vem se mostrando crescente, particularmente nos últimos anos, à medida que a economia brasileira já considera a relevância da racionalização e da otimização na utilização da energia elétrica, considerando-se a tendência de aumento do consumo de energia elétrica associada à diminuição dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas (Manfrini e Severi, 2001).

Segundo Souza e Burnquist (1999) a co-geração¹ através da queima de resíduos de processos produtivos do setor sucroalcooleiro, apresenta-se como alternativa que permite não só racionalizar o uso da energia, como também se associa a uma oportunidade de obtenção de receita para o setor.

¹ Esses mesmos autores definem co-geração como a produção simultânea de energia térmica e eletricidade de uma mesma fonte primária de energia.

A indústria sucroalcooleira gera diversos subprodutos no seu processo produtivo que podem ser aplicados em diferentes finalidades, como a vinhaça e a torta de filtro. Stalder e Burnquist (1996) realizando um trabalho sobre a importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor industrial, constataram que o bagaço é o subproduto com o maior potencial de geração de receita bruta adicional para a indústria sucroalcooleira, tanto da sua venda direta para utilização como ração animal como para a co-geração de energia.

2.1.1 Evolução da produção de cana-de-açúcar para o período de 1990-2000

A cana-de-açúcar é utilizada como matéria-prima básica para a extração do açúcar e obtenção do álcool, combustível líquido renovável, substituto de parte dos derivados de petróleo. Ocupa cerca de 4,7 milhões de hectares em todo o país, estando entre as principais culturas em termos de volume, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Principais culturas e seus respectivos volumes de produção - 2000.

Culturas	Volume da produção (t)
Cana-de-açúcar	327.705.197
Milho	28.020.503
Soja	32.734.958
Arroz	11.089.788

Fonte: IBGE (2001)

Na safra 2000/2001, segundo a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo - UNICA, o Brasil produziu 252 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 15,8 milhões de toneladas de açúcar e 10,5 bilhões de litros de álcool. A evolução brasileira da produção de cana-de-açúcar pode ser visualizada na Figura 1.

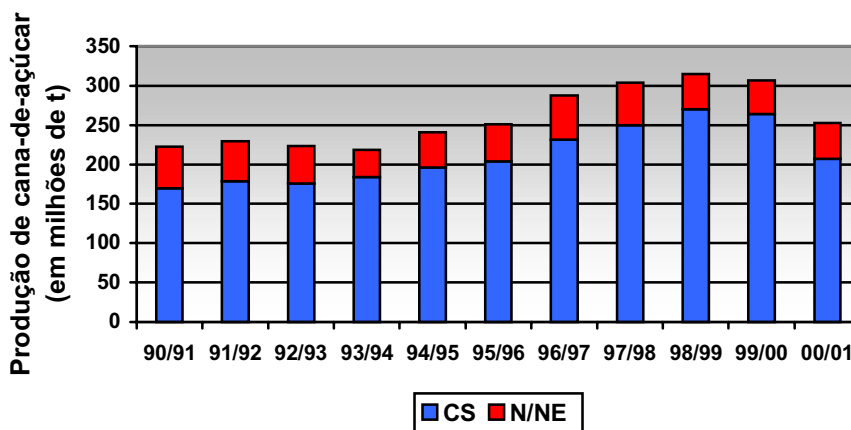


Figura 1 - Evolução da produção brasileira de cana-de-açúcar durante o período 1990/91 a 2000/01.

Fonte: UNICA (2001).

A produção brasileira de cana-de-açúcar apresentou incrementos consecutivos a partir do ano de 1995/96 até 1998/99, tendo crescido durante esse período a uma taxa anual de 7,6%, enquanto que durante os anos de 1990/91 a 1994/95 a produção de cana-de-açúcar apresentou uma taxa anual de crescimento de 1,13%. Entretanto, a partir de 1998/99 começou a decrescer. A safra 2000/01 apresentou um decréscimo de 17,8% na produção de cana-de-açúcar em relação à safra anterior.

É interessante ressaltar que apesar da produção total ter diminuído, a região Norte/Nordeste aumentou seu volume produzido em relação à safra precedente em 5,32%, devido às boas condições climáticas, uma melhora na condução agrícola da cultura, incluindo o uso de irrigação em algumas áreas de produção, especialmente no Estado de Alagoas. Por outro lado, a região Centro-Sul teve seu volume de produção diminuído, devido às condições climáticas desfavoráveis além de baixas produtividades obtidas.

O setor sucroalcooleiro brasileiro é comumente dividido em duas grandes regiões: Centro-Sul e Norte-Nordeste. As disparidades existentes entre essas regiões,

conforme destaca Stalder (1997), não se limitam aos problemas edafoclimáticos e topográficos existentes na região Norte-Nordeste, mas também aos custos de produção mais elevados nessa região, comparados aos da região Centro-Sul. A produção na região N/NE caracteriza-se ainda, por um cultivo menos tecnificado e níveis de eficiência inferiores aos apresentados na região Centro-Sul, embora haja exceções em ambas regiões. Na safra 2000/01, a região Centro-Sul e Norte-Nordeste, responderam por 82% e 18% da produção nacional de cana-de-açúcar, respectivamente.

Ainda com relação às disparidades existentes entre as duas regiões, Shikida e Bacha (1999), lembram que a região Centro-Sul, em especial o Estado de São Paulo, possui tecnificação razoável em todas as etapas da cultura, o que não ocorre na maioria das unidades produtoras do Norte-Nordeste. Essa tecnificação deve-se principalmente ao fato de ser nesse Estado que se concentram os maiores centros de pesquisa e as principais indústrias direcionadas a atender esse segmento produtivo.

Essa grande participação da região Centro-Sul na produção nacional de cana-de-açúcar, deve-se em especial ao Estado de São Paulo, o qual é responsável por 71% da produção total dessa região, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Produção de cana-de-açúcar, por estados, na região Centro-Sul – safra 2000/01.

Estado	Produção (em toneladas)	% Centro-Sul
SP	148.226.228	71,58
PR	19.320.856	9,33
MG	10.634.653	5,14
MT	8.669.533	4,19
GO	7.207.646	3,48
MS	6.520.923	3,15
RJ	3.934.844	1,90
ES	2.554.166	1,23
TOTAL	207.068.849	100,00

Fonte: UNICA (2001).

2.1.2 Evolução da produção de açúcar para o período de 1990 a 2000

O Brasil foi o maior produtor individual de açúcar durante os anos de 1996/97 a 1998/99, perdendo essa posição em 1999/00 para a Índia, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA (maio/2001).

Ao longo da última década, a produção brasileira de açúcar apresentou um aumento considerável, conforme pode ser observado na Tabela 3. A produção de açúcar de 1990/91 a 1999/00 apresentou um aumento de 163,2%, vindo a decrescer em 2000/01 devido a fatores climáticos, como seca e geada, e ao sucateamento do canavial provocado pela crise setorial, o que resultou em menor quantidade de cana moída e também na queda da qualidade da matéria-prima. Esses fatores, conjuntamente, determinaram a redução observada na produção de açúcar. Entretanto, mesmo considerando a quebra de safra, o crescimento da produção de açúcar brasileiro de 1990/91 a 2000/01 é considerável, atingindo um valor de 114,8%.

Tabela 3. Evolução da produção de açúcar no período 1990/91 a 2000/01 (em mil t).

Ano-safra	Brasil	Centro-Sul	Norte-Nordeste
1990/91	7.365,35	4.508,83	2.856,52
1991/92	8.604,32	5.834,69	2.769,63
1992/93	9.261,26	6.131,19	3.130,07
1993/94	9.273,88	7.008,67	2.265,21
1994/95	11.726,54	8.515,06	3.211,48
1995/96	12.652,88	9.315,31	3.337,57
1996/97	13663,22	10.478,38	3.184,84
1997/98	14.910,61	11.384,39	3.526,22
1998/99	17.961,65	15.179,82	2.781,83
1999/00	19.387,17	16.899,84	2.487,33
2000/01	15.819,63	12.631,85	3.187,78
Taxa Geométrica de Crescimento	9,68%	12,85%	0,58%

Fonte: UNICA (2001).

No período de 1990/91 a 2000/01, destaca-se o avanço da produção da região Centro-Sul, que passou de 4,5 milhões de toneladas para 12,6 milhões de toneladas de açúcar, apresentando uma taxa de crescimento anual de 12,85%, enquanto que a região Norte-Nordeste apresentou no mesmo período uma taxa de crescimento de 0,58%.

Essa evolução crescente da produção brasileira está sustentada no grande aumento da produção paulista de açúcar ao longo desses últimos anos. Do total de 12,6 milhões de toneladas de açúcar produzidas na região Centro-Sul na safra 2000/01, o Estado de São Paulo foi responsável por 76,6% da produção, o que equivale a 9,67 milhões de toneladas de açúcar. A evolução da produção paulista de açúcar pode ser observada na Figura 2.

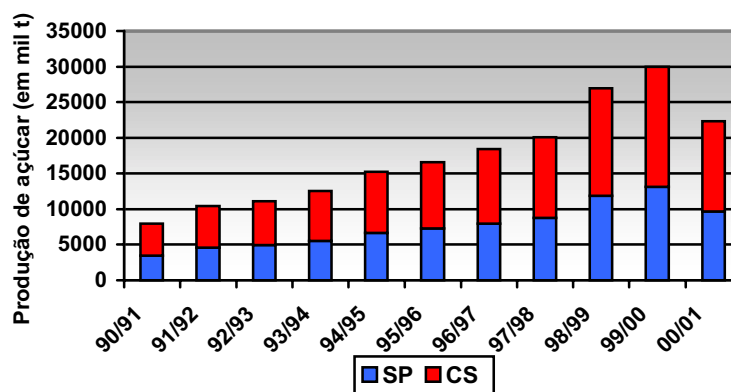


Figura 2 - Evolução da produção de açúcar no Estado de São Paulo durante o período de 1989/90 a 2000/01 (em toneladas).

Fonte: UNICA.

Esse grande crescimento da produção de açúcar pode ser explicado com base em melhores preços do açúcar em relação ao álcool durante esse período. Ao compararmos os preços do mercado de São Paulo de açúcar cristal, álcool anidro e álcool hidratado, todos expressos em ATR – Açúcar Total Recuperável (a qual é uma medida que expressa a quantidade de sacarose encontrada na cana-de-açúcar que pode ser transformada em açúcar e/ou álcool), podemos observar essa tendência (Figura 3)².

Os preços dos produtos em ATR foram calculados a partir de alguns coeficientes técnicos que informam a quantidade de Açúcar Total Recuperável necessário para a obtenção de unidades do produto, divulgadas pelo Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo – CONSECANA.

² O preço do álcool hidratado foi considerado apenas após a sua desregulamentação visto que para o período anterior a fevereiro de 1999, o preço do álcool anidro pode ser utilizado como proxy do preço do álcool hidratado no contexto dessa análise, visto que ambos seguiram a mesma tendência durante o período analisado.

Mais especificamente foram empregadas as seguintes relações:

- 1 tonelada de açúcar equivale a 1049,5 kg de ATR
- 1 m³ de álcool anidro equivale a 1816,9 kg de ATR
- 1 m³ de álcool hidratado equivale a 1704,9 kg de ATR

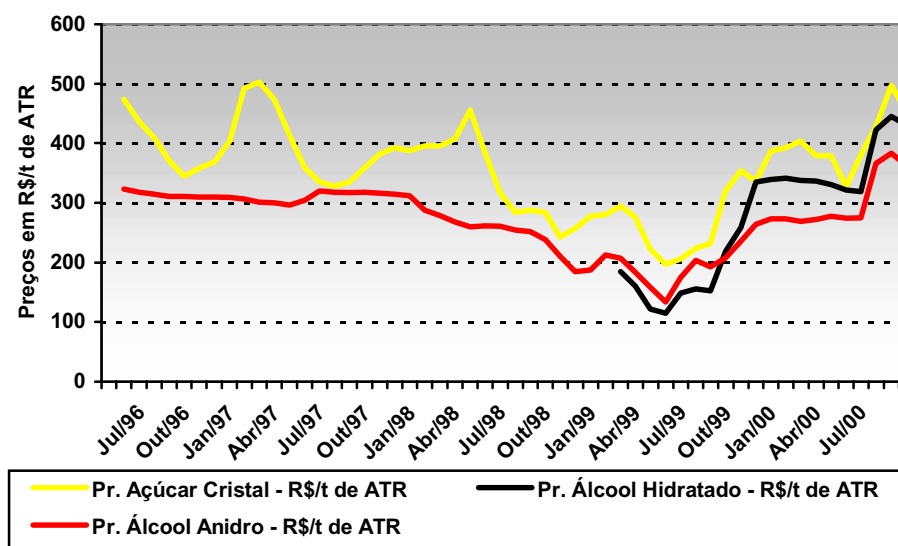


Figura 3 – Preço em equivalente de ATR para produção de açúcar cristal, álcool anidro e álcool hidratado.

Fonte: Cepea/Esalq/USP.

É interessante ressaltar que nos últimos anos houve um incentivo à alocação de um maior volume de cana-de-açúcar para a obtenção de açúcar às custas de álcool combustível. De fato, têm-se indicações de que o mix de produção (quantidade de cana destinada à produção de açúcar e álcool) alterou-se ao longo dos últimos anos. Segundo Burnquist (1999), no início da década de 90, a produção de cana empregada na produção de açúcar e álcool era estabelecida da seguinte forma: 2/3 eram empregados na produção de álcool e o restante na produção de açúcar. Na última safra (2000/01) o mix de produção foi de 51,9% para a produção de álcool e 45,1% para a produção de açúcar, segundo dados da UNICA.

Essa alteração pode ser visualizada pela Figura 4, a qual apresenta a produção de álcool anidro, álcool hidratado e açúcar em ATR para as últimas safras. Verifica-se que a produção de álcool hidratado perdeu espaço para a produção de açúcar a partir de 1998/99 e na safra 2000/01, a produção de álcool anidro também superou a produção de álcool hidratado.

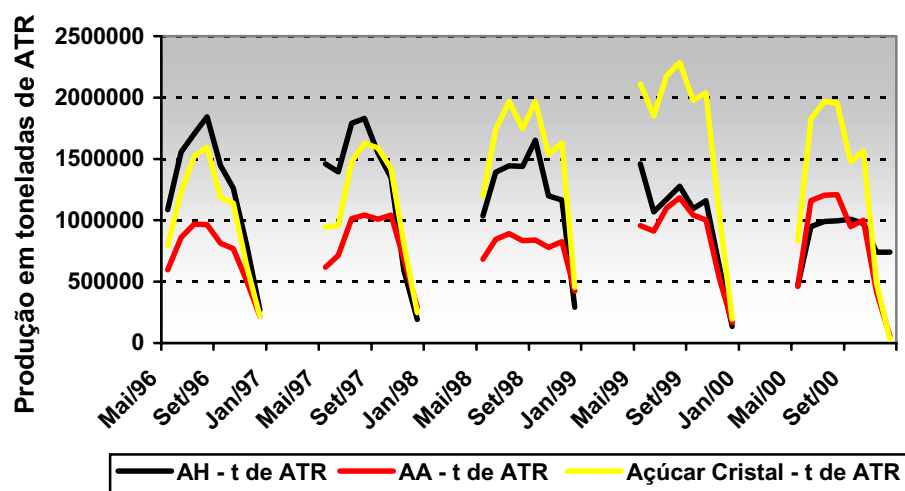


Figura 4 - Produção de álcool hidratado, álcool anidro e açúcar em toneladas de ATR no Estado de São Paulo.

Fonte: UNICA.

Os fatores que determinaram a reversão da produção de álcool (particularmente o hidratado) em açúcar pelo setor sucroalcooleiro brasileiro e particularmente pelo paulista, segundo Burnquist (1999) citado por Costa (2001), compreenderam basicamente: a) a existência de estoques de álcool bastante elevados no início da safra 1998/99, que criaram expectativas de um contexto instável e desfavorável à produção de álcool; b) uma demanda firme pelo açúcar brasileiro no mercado internacional, que foi atendida, a despeito do baixo nível de preços que prevaleceram; c) a necessidade dos produtores de gerar fluxo de caixa por meio de contratos de exportação, que proporcionaram financiamento antecipado; d) a recuperação dos preços no mercado doméstico, que teve início em agosto de 1999, tendo se acentuado em setembro face à

expectativa de escassez relativa do produto; e e) o clima seco durante o período de colheita na Região Centro-Sul, favorecendo a concentração de açúcar na cana.

O aumento da produção de açúcar na região Centro-Sul fez com que os preços apresentassem uma tendência de declínio ao longo do período, vindo a se recuperar apenas na safra 2000/01, devido à redução da quantidade produzida, como visto anteriormente (Figura 5).

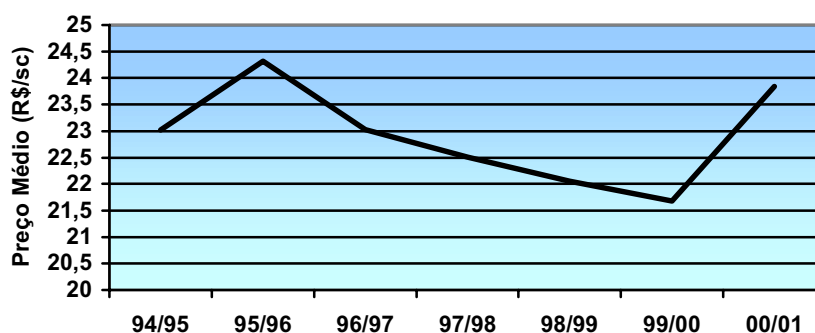


Figura 5 - Preços médios anuais de açúcar cristal em R\$/sc de 50 kg.

Fonte: UNICA e CEPEA/ESALQ/USP.

Ao se relacionar os preços médios do açúcar cristal apresentados na Figura 5 com a produção de açúcar no Estado de São Paulo (Figura 2), observa-se que à medida que há um aumento da produção de açúcar, os preços tendem a apresentar um comportamento de declínio.

Ainda em relação ao crescimento da produção de açúcar, Gonçalves e Veiga Filho (1998) atribuem esse acentuado crescimento da produção nacional de açúcar a dois estímulos de origens distintas, derivados da demanda do mercado interno e externo, respectivamente. No caso do mercado interno, o crescimento da produção decorre do crescimento da demanda de açúcar após 1994 com o Plano de Estabilização Econômica (Plano Real), não somente da compra direta de açúcar, mas principalmente, do aumento

da demanda por produtos alimentícios, em cuja fabricação, o açúcar é matéria-prima essencial.

Segundo dados do USDA (maio/2001), o consumo de açúcar no Brasil durante os anos de 1995 a 2000 cresceu a uma taxa anual de 2,61%. Considerando os dados do censo demográfico de 2000³, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pode-se calcular o consumo *per capita* de açúcar em aproximadamente 54,54 kg ao ano. Segundo Carvalho (2000), o volume de açúcar consumido está distribuído em aproximadamente 61,5% para uso direto (mesa) e 38,5% para uso industrial, como matéria-prima para a fabricação de refrigerantes, doces, geléias, etc.

No caso do Estado de São Paulo, cujo mercado é enfocado pelo presente estudo, a demanda interna de açúcar apresentou uma tendência crescente ao longo do período considerado, visto que esse período corresponde ao período no qual foi implantado o Plano Real. Dessa forma, como mencionado anteriormente, tem-se um aumento da renda e conseqüente aumento da demanda por produtos alimentícios para os quais o açúcar é matéria-prima essencial. A Figura 6 mostra que a demanda interna de açúcar apresenta uma relação positiva com a renda per capita.

³ Dados preliminares

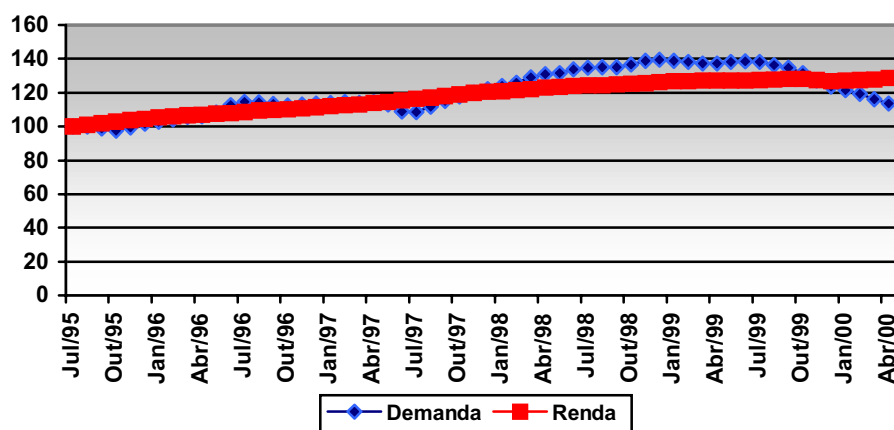


Figura 6 - Evolução da renda e demanda interna de açúcar no Estado de São Paulo para o período analisado (Índice com base em janeiro de 95).

Fonte: FGV e Boletim de Safra AIAA/UNICA.

Quanto aos fatores relacionados ao mercado externo, Gonçalves e Veiga Filho (1998), acreditam que os preços vigentes no mercado internacional nos anos 90, a elevação das exportações para a Rússia, e mais recentemente o aumento das exportações brasileiras de açúcar para a região asiática, principalmente Paquistão, Indonésia e China, garantiram maior inserção do açúcar brasileiro no mercado externo. Acreditam, ainda, que exista espaço relevante a ser ocupado no mercado internacional pelo produto nacional, tendo em vista a tendência de países com menores custos se inserirem no mercado internacional.

2.1.3 Evolução da produção de álcool anidro e álcool hidratado para o período 1990 – 2000

A produção de álcool no Brasil foi incentivada a partir da implementação do Proálcool (Programa Nacional do Álcool) em 1975, em decorrência da elevação dos preços e da instabilidade de fornecimento de petróleo no mercado internacional. A produção nacional de álcool que era de 555 mil metros cúbicos em 1975 passou para 10,4 milhões de metros cúbicos em 2000, conforme se visualiza na Figura 7.

O programa visava, além da redução da dependência externa do petróleo importado, gerar conseqüências benéficas para a economia do país, tais como o crescimento da renda interna, geração de empregos, a economia de divisas e a expansão de bens de capital, entre outras (Villanova, 1995).

Nota-se pela Figura 7 que a produção total de álcool evoluiu até 1991/92, entretanto após o período de desregulamentação do setor, a produção de álcool manteve-se constante. O Estado de São Paulo foi responsável por aproximadamente 62% do álcool total produzido no Brasil na safra 2000/01. Desse total, 55,2% corresponde à produção de álcool anidro e 44,8% corresponde à produção de álcool hidratado.

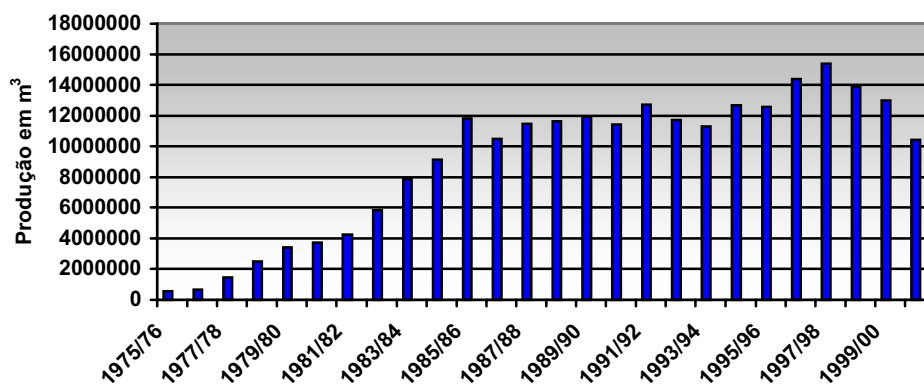


Figura 7 - Evolução da produção brasileira de álcool durante o período de 1975/76 a 2000/01 (em metros cúbicos).

Fonte: UNICA.

Durante o período considerado na análise desse trabalho (janeiro de 1995 a outubro de 2000), nota-se que a produção total de álcool no Estado de São Paulo apresentou um declínio, em especial a produção de álcool hidratado (Figura 8). Isso se deve provavelmente aos melhores preços do açúcar em relação ao álcool, como já foi discutido anteriormente.

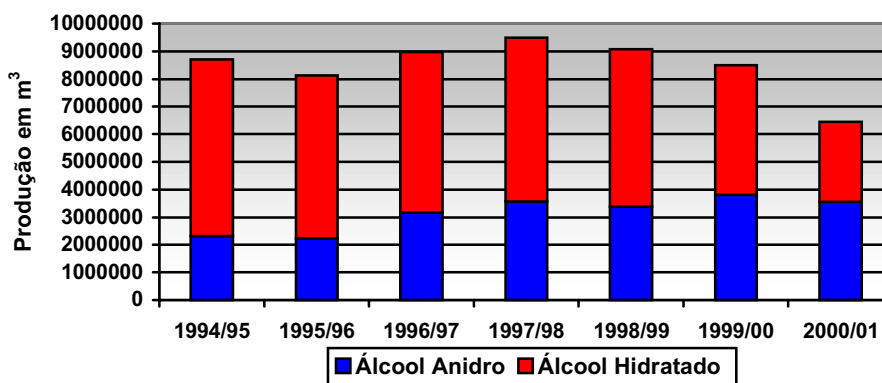


Figura 8 - Produção de álcool anidro e hidratado no Estado de São Paulo para o período de 1994/95 a 2000/01.

Fonte: UNICA.

2.1.4 Alguns aspectos do mercado internacional de açúcar e a inserção do Brasil nesse mercado

O açúcar é produzido em mais de 100 países. Nos últimos anos, segundo Koo e Taylor (2000), mais de 70% da produção de açúcar mundial foi consumida domesticamente, implicando que uma pequena porção da produção é comercializada internacionalmente.

É interessante destacar que os principais países consumidores são também grandes produtores, possivelmente pela natureza do produto (fonte calórica relativamente barata), induzindo os países a buscar a auto-suficiência. Segundo Ramos (1999), o mercado mundial de açúcar apresenta duas características marcantes: a primeira delas diz respeito ao forte apoio estatal (geralmente com subsídios explícitos) aos países produtores, particularmente os desenvolvidos. A segunda característica é que, assim como as demais *commodities*, apresenta grande instabilidade de preços. As oscilações de preços devem-se tanto a movimentos especulativos, especialmente referentes à formação de estoques e de grandes transações de compra/venda, quanto a quebras localizadas de safras.

Entre os maiores países produtores de açúcar, na última safra, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), estão a Índia, a União Européia, o Brasil, a China, os Estados Unidos, a Tailândia, o México, a Austrália e Cuba.

Dentre esses países, também são grandes importadores, a China, a União Européia e os Estados Unidos. Este último produz açúcar de cana e de beterraba, o que o faz uma das maiores nações produtoras.

O volume comercializado no mercado internacional na safra 2000/01 totalizou 35,4 milhões de toneladas de açúcar, volume 10% inferior quando comparado ao volume de açúcar comercializado internacionalmente na safra anterior, conforme se verifica na Tabela 4.

Tabela 4. Balanço mundial de açúcar 1994/95 – 2000/01 (em milhões de toneladas).

Ano	Produção	Consumo	Estoques	Exp = Imp
94/95	115,92	113,72	22,52	30,29
95/96	122,03	116,27	26,49	33,97
96/97	121,70	119,43	26,71	34,82
97/98	125,53	122,70	26,03	36,10
98/99	130,56	123,63	31,16	36,06
99/00	135,47	126,43	35,47	39,31
00/01	127,71	128,58	33,45	35,39

Fonte: USDA (94/95: novembro/2000; 95/96 a 00/01: maio/2001).

Nota-se que, ao longo dos últimos anos, tanto a produção como o consumo mundial, apresentaram uma evolução crescente, estando a produção sempre superior ao consumo, o que fez com que os estoques aumentassem em 57,5% no período 1994/95 a 1999/00. Entretanto, na última safra (2000/01) houve uma reversão, estando o consumo

ligeiramente superior à produção, o que provocou uma redução de aproximadamente 5,7% nos estoques.

Tal fato fez com que os preços internacionais de açúcar, os quais, ao longo dos anos de 94/95 a 99/00 apresentaram uma tendência decrescente, começassem a se recuperar no último ano (2000/01), conforme pode ser visualizado através da Figura 9.

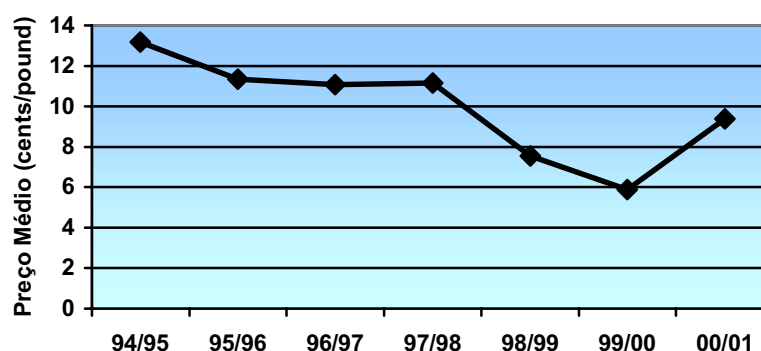


Figura 9 - Preços médios internacionais do açúcar, contrato n.11-CSCE (Coffee, Sugar and Cocoa Exchange) durante o período de 1994/95 – 2000/01.

Fonte: USDA (2001).

Ao comparar o nível estoque/consumo de açúcar mundial (um indicador da oferta disponível) com o comportamento dos preços internacionais (Figura 10 e Figura 9, respectivamente), ao longo desses últimos anos, nota-se que a relação estoque/consumo é um fator fundamental que influencia os preços internacionais, visto que mudanças nessas relações causam movimentos de preços na direção oposta.

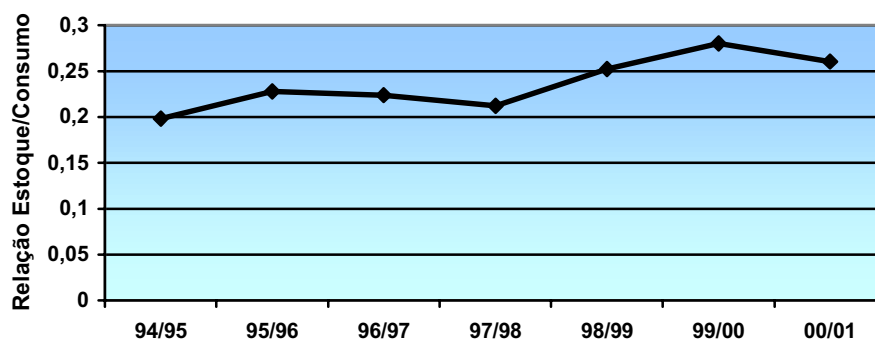


Figura 10 - Nível de estoque de açúcar mundial em relação ao consumo mundial.

Fonte: USDA (2001).

Os maiores países exportadores de açúcar, Brasil, Austrália, Cuba, Tailândia e União Européia foram responsáveis por aproximadamente 70% das exportações globais de 1994/95 a 2000/01. Em termos relativos, poucos países dominam as exportações de açúcar, mas as importações são menos concentradas. Os maiores países importadores, Rússia, União Européia, Japão, Coreia, Irã, Indonésia e Canadá, entre outros, foram responsáveis por aproximadamente 46,8% do total de açúcar importado de 1994/95 a 2000/01.

No que se refere à inserção brasileira no mercado internacional de açúcar, o Brasil é o maior exportador mundial de açúcar, tendo exportado 7,7 milhões de toneladas de açúcar em 2000/01, após um volume recorde de 11,3 milhões de toneladas em 1999/00, correspondendo a 45% do total produzido pelo país e 21,8% do volume de açúcar comercializado mundialmente. Essa participação, conforme pode ser visualizado na Tabela 5, vem apresentando uma evolução crescente nos últimos anos.

Vale destacar que com a desregulamentação do setor sucroalcooleiro, o governo deixou o monopólio das exportações de açúcar, as quais passaram a ser feitas diretamente pelos produtores e/ou tradings. A partir de 1997, as exportações de açúcar

ficaram isentas do imposto de exportação que gravava os excedentes exportados em até 40%, se o volume fosse superior ao previsto. Análises têm sugerido que o volume a ser exportado pelo Brasil provavelmente deve ficar subordinado ao abastecimento do mercado interno e à formação de estoques de segurança (Ramos, 1999).

Tabela 5. Relação entre volume de exportação brasileira e mundial e produção brasileira e mundial (em %).

Ano	Exportação BR/Mundo	Produção BR/Mundo
95/96	17,07	11,23
96/97	16,66	12,04
97/98	19,94	12,51
98/99	24,26	14,02
99/00	28,75	14,84
00/01	21,76	13,31

Fonte:USDA (maio/2001).

Considera-se que é possível associar a forte reação dos preços de açúcar a mudanças na produção ao fato do volume comercializado ser bastante inferior à produção mundial somado à grande concentração das exportações.

A Tabela 6 apresenta uma relação dos principais países compradores de açúcar brasileiro e as respectivas receitas geradas por esse comércio.

Tabela 6. Volume importado de açúcar pelos principais países compradores (jan/dez) –
US\$ FOB.

	1999	2000
Federação da Rússia	595.913.614	289.411.095
Estados Unidos	45.660.400	69.581.159
Emirados Árabes Unidos	61.601.871	66.692.518
República Islâmica do Irã	36.619.714	58.708.246
Romênia	24.204.972	44.659.853
Marrocos	32.471.167	40.806.704
Arábia Saudita	27.758.151	40.174.045
Canadá	56.922.649	28.122.720
Paquistão	0	26.301.550
Malásia	38.745.513	17.063.299
Demais países	242.406.958	79.969.457

Fonte: SECEX (2000).

O Estado de São Paulo apresentou um aumento em suas exportações nos últimos anos. Na safra 1999/00, as exportações pelas unidades produtoras paulistas totalizaram aproximadamente 61% do total de açúcar produzido no Estado, o que representou 70% das exportações totais do país (Tabela 7).

Tabela 7. Evolução das exportações e produções e relação produção/exportação de açúcar do Estado de São Paulo e do Brasil (em milhões de toneladas).

Ano	São Paulo			Brasil		
	Produção (A)	Exportação (B)	B/A	Produção (C)	Exportação (D)	D/C
1992/93	5,09	0,88	0,17	8,60	2,43	0,36
1993/94	5,60	1,51	0,27	9,30	2,86	0,53
1994/95	6,73	2,39	0,35	12,5	4,30	0,55
1995/96	7,24	3,06	0,42	13,7	5,80	0,53
1996/97	7,98	3,68	0,46	14,65	5,80	0,63
1997/98	8,90	4,45	0,50	15,7	7,20	0,62
1998/99	11,68	4,32	0,37	18,30	8,75	0,49
1999/00	13,05	7,93	0,61	20,10	11,30	0,70
2000/01	9,6	4,2	0,44	15,8	9,2	0,58

Fonte: 1992/93 a 1997/98 : AIAA.

1998/99 e 2000/01: UNICA.

Entretanto, devido à quebra de safra já comentada anteriormente, houve uma diminuição da produção em 2000/01 com conseqüente diminuição das exportações paulistas.

2.2 Trabalhos referentes à análise do mercado de açúcar

Dada a grande importância do setor sucroalcooleiro para a economia do país, diversos trabalhos analisaram a estrutura do mercado de açúcar no Brasil. Existem estudos referentes tanto à oferta como à demanda de açúcar no mercado interno brasileiro, bem como trabalhos que procuraram estudar as relações estruturais das exportações e dos estoques de açúcar brasileiro.

Em relação aos trabalhos que estudaram as exportações e estoques de açúcar pode-se citar os trabalhos de Bischoff e Brandt (1979), Carvalho (1986), Carvalho et al (1987) e Reis e Crespo (1998). No entanto, verifica-se que poucos trabalhos estudaram a oferta e a demanda de açúcar, sendo que a maioria foi aplicada a períodos anteriores à década de 90. Uma análise incorporando esse período é importante tendo em vista as mudanças estruturais que possivelmente estariam associadas ao processo de desregulamentação do setor.

O primeiro trabalho encontrado na literatura a respeito do mercado de açúcar foi o de Martini (1964), que estudou o consumo de açúcar durante o período de 1947 a 1960, a fim de contribuir para a orientação política do setor. Empregando-se o método dos mínimos quadrados ordinários, este autor estimou uma equação de consumo, considerando o preço e a renda como variáveis explicativas e obtendo as elasticidade-preço e elasticidade-renda da demanda para o período considerado.

Através destas elasticidades, Martini (1964), esperava auxiliar a previsão da reação dos consumidores face a alterações no preço do produto e em suas rendas. Observou que tanto a elasticidade-preço como a elasticidade-renda da demanda mostraram-se inelásticas (-0,557 e 0,305 respectivamente), concluindo dessa forma que o açúcar é um produto de necessidade para os consumidores e alterações no preço não são acompanhadas de alterações mais que proporcionais em quantidades demandadas. Além disso, considerou a importância do açúcar não possuir substitutos.

Com o objetivo de analisar a estrutura do mercado brasileiro de açúcar, Barros (1975) especificou e quantificou os parâmetros estruturais nas funções de oferta total e demanda interna de açúcar utilizando dados referentes ao período de 1947 a 1973. Para o autor, o conhecimento das relações estruturais do mercado interno permitiria melhor orientação para a política governamental, principalmente no sentido de adequar a oferta nacional ao mercado interno e às possibilidades de exportação. Isso eliminaria a pressão

dos estoques, assim como as crises de escassez e superprodução, com amplos reflexos na economia, dada a importância sócio-econômica do setor açucareiro.

Para a estimação da oferta de açúcar foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários, visto que o modelo não apresentava nenhuma variável endógena entre as variáveis explicativas. Os resultados dessa equação indicaram que, no curto-prazo, os produtores de açúcar eram pouco sensíveis às variações no preço do produto (elasticidade-preço da oferta igual a 0,252). Porém, no longo-prazo, a resposta de produção aos preços mostrou-se significativamente maior (elasticidade-preço da oferta igual 3,94). Desta forma, políticas de incentivos de preços, segundo Barros (1975), não seriam um meio eficiente para aumentar a produção de açúcar, pelo menos no curto prazo.

Na estimativa da função de demanda interna, o método de estimação utilizado pelo referido autor foi o de mínimos quadrados ordinários de dois estágios, visto que a variável preço foi considerada endógena na equação de demanda. Os resultados obtidos indicaram que os consumidores brasileiros mostraram-se pouco sensíveis a variações no preço de açúcar (no curto-prazo encontrou uma elasticidade-preço igual a $-0,126$ e no longo-prazo $-0,32$), provavelmente pelo fato do açúcar ser considerado um bem essencial e, aparentemente não possuir substitutos próximos no mercado consumidor brasileiro. A mesma reação ocorreu com a renda real, sugerindo que políticas de aumento de demanda poderiam ser mais eficientes quando delineadas para modificar a estrutura de consumo para formas indiretas e industrializadas.

Brandt et al (1986) realizaram um trabalho no qual, equações de demanda dinâmica e estática de açúcar foram ajustadas pelo estimador de mínimos quadrados ordinários a dados de séries temporais (1961 – 1983) do país como um todo. Foram testadas equações alternativas de modelos dinâmicos de defasagens distribuídas – Koyck, Nerlove e Cagan – e os modelos de ajuste de estado, de Houthakker-Taylor e de ajuste de fluxo de Bergstrom.

Os modelos dinâmicos foram descartados, sendo o modelo estático selecionado como o mais adequado para explicar a demanda interna de açúcar. Com base neste modelo foram derivadas as elasticidades preço e renda da demanda de açúcar. Os resultados obtidos indicaram uma demanda inelástica em relação a variações nos preços (elasticidade-preço igual a $-0,05$), além de uma baixa sensibilidade do consumo a variações na renda (elasticidade-renda igual a $0,29$).

De maneira geral, os resultados obtidos nos trabalhos de Martini (1964), Barros (1975) e Brandt et al (1986), foram muito semelhantes, como se observa na Tabela 8. A demanda inelástica em relação a variações no preço pode estar relacionada ao fato do produto ser um bem essencial e adicionalmente, como lembra Marjotta-Maistro (1998), devido à inexistência de substitutos próximos no país, no decorrer dos períodos analisados.

As indústrias químicas e farmacêuticas começaram a desenvolver adoçantes sintéticos para concorrer com o açúcar no final dos anos 70 (Machado, 2000). Desenvolveram campanhas de larga escala, voltadas aos consumidores de países de maior renda, procurando realçar as vantagens desses produtos não calóricos para a manutenção da estética e do padrão de saúde de seus usuários, em detrimento do açúcar.

Tabela 8. Coeficientes de elasticidade preço e elasticidade renda obtido pelos diversos autores.

Trabalho	Método de estimacão	Elasticidade-preço da demanda	Elasticidade-renda da demanda	Elasticidade-preço da oferta
Martini (1964)	MQO	-0,557	0,305	
Barros (1975)	MQ2E	CP: -0,126	CP:0,207	CP:0,252
		LP: -0,32	LP:0,53	LP: 3,94
Brandt et al (1986)	MQO	-0,05	0,29	

Ainda com respeito ao estudo da oferta de açúcar no Brasil, Brandt et al (1987) testaram a hipótese de que os estoques acumulados de açúcar exercem efeito adverso sobre a oferta do produto. Estimaram duas equações de oferta de açúcar, nas quais foi incorporada uma variável indicadora de estoques remanescentes do ano anterior, expressa, alternativamente, em termos absolutos e relativos (estoque defasado/produção defasada).

O modelo é semelhante ao empregado por Barros (1975), exceto no que diz respeito à inclusão de variáveis indicadoras de estoques de produto. As equações foram ajustadas pelo método dos mínimos quadrados ordinários a dados de séries temporais de 1960-1984, referentes ao país como um todo.

Os resultados encontrados por Brandt et al (1987) foram semelhantes para as duas equações. No caso da equação incorporando a variável estoque em termos absolutos, a elasticidade-preço encontrada no curto e longo-prazo foi de 0,231 e 0,321, respectivamente. No caso em que se considerou a variável estoque em termos relativos, a elasticidade-preço encontrada foi de 0,184, no curto-prazo. Nota-se que esses resultados, quando comparados aos obtidos por Barros (1975), apresentam uma variação de produção de açúcar menos sensível em relação ao preço no longo-prazo. Os resultados obtidos por aquele autor é 12 vezes maior do que o obtido neste trabalho.

Mais recentemente, Arend (2001) analisou a oferta e demanda de açúcar no Brasil, considerando o período de 1969 a 1998. Tal período incorporou a desregulamentação do setor sucroalcooleiro. Este trabalho foi o primeiro a utilizar o modelo de equações simultâneas para estimar a oferta e a demanda de açúcar, obtendo os coeficientes através do método dos mínimos quadrados ordinários de dois estágios. Tal fato evidencia que no período de regulamentação do setor, devido aos preços serem estipulados pelo governo, não se admitia a hipótese de que a oferta e a demanda se ajustassem simultaneamente, determinando o preço do mercado. Entretanto, para o

período atual em que o mercado se tornou competitivo tal hipótese é considerada plausível, o que justifica o uso de um modelo de equações simultâneas.

Quanto à função consumo, estimada em função da variável dependente defasada em um ano, do preço do açúcar e da renda real per capita, as elasticidade-preço e elasticidade-renda obtidas foram de $-0,035$ e $0,403$, no curto-prazo respectivamente. Para o longo-prazo, as elasticidades estimadas foram de $-0,041$ e $0,472$ para preço e renda, respectivamente. Dessa forma, o autor concluiu que mesmo em um período mais recente, a demanda por açúcar continua a ser inelástica em relação a preço e renda.

No caso da equação de oferta de açúcar, estimada em função da quantidade de açúcar defasada em 1 ano, do preço do açúcar no período corrente e com uma defasagem, do volume total de exportações e uma variável dummy, indicativa de aumento de exportações em 1990, a elasticidade-preço da oferta obtida foi de $0,332$ e $0,979$, no curto e longo-prazo, respectivamente.

Marjotta-Maistro (1998) caracterizou o mercado de consumo industrial de açúcar no Estado de São Paulo, através da análise do comportamento dos seus agentes. Para tanto, levantou dados junto às empresas que utilizam o açúcar como matéria-prima, por meio de questionários. A autora caracterizou o mercado de consumo industrial de açúcar frente ao modelo geral de comportamento industrial e, analisou as tendências do mercado de açúcar relativas ao consumo industrial, considerando as exigências e a organização das compras. Analisou também as tendências do mercado de açúcar relativas às estratégias de comercialização adotadas pelos ofertantes e por último, analisou o aumento da participação dos fornecedores no mercado industrial de açúcar tanto a nível estadual como regional.

A diferença entre essa pesquisa e a realizada no presente trabalho, é seu caráter qualitativo, buscando identificar quais foram as mudanças do mercado de açúcar industrial devido à desregulamentação do setor, à medida que esse se inseriu em um

contexto de mercado mais competitivo. O presente estudo apresenta uma análise quantitativa das possíveis mudanças ocorridas após a desregulamentação, no mercado de açúcar. Destaca-se também, o fato do trabalho de Marjotta-Maistro (1998) estar caracterizando especificamente o mercado de consumo industrial.

Considerando a revisão de literatura a respeito de trabalhos que analisaram a oferta e demanda de açúcar, pode-se afirmar que trabalhos quantitativos recentes a respeito do funcionamento do mercado de açúcar não foram encontrados, com exceção do trabalho de Arend (2001), apesar do grande interesse dos agentes envolvidos no setor. Mesmo assim, os trabalhos têm considerado o mercado de açúcar num âmbito nacional. Dessa forma, o trabalho realizado diferencia-se por focar o mercado de açúcar no Estado de São Paulo, dada sua crescente importância para o setor no decorrer da última década.

2.3 Outros trabalhos que analisaram a estrutura de mercado de produtos agrícolas

Nota-se que apesar de existirem poucos trabalhos referentes à oferta e demanda de açúcar, diversos trabalhos com o objetivo de estudar a estrutura de mercado de produtos agrícolas podem ser encontrados na literatura. Assim, realiza-se a seguir uma revisão das metodologias utilizadas nesses trabalhos, com o propósito de identificar e discutir os procedimentos teóricos e empíricos possíveis de serem utilizados para análises de natureza semelhante.

No âmbito da produção agrícola de cana-de-açúcar, existem trabalhos que analisaram as relações de oferta de cana-de-açúcar, dentre os quais insere-se o estudo de Ribeiro (1974) e de Pinazza (1978). O primeiro estudou especificamente a oferta de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais e o segundo na Região Norte-Nordeste, utilizando o modelo de defasagens distribuídas de Nerlove. Foram obtidas dessa forma, as elasticidades de curto e longo prazos. Ambos optaram pelo uso de dois modelos econométricos: o modelo de equações simultâneas, pressupondo que ocorre

simultaneidade na decisão dos produtores de quanto produzir em relação à área e rendimentos, e o modelo de equações não simultâneas, pressupondo que não ocorra simultaneidade na decisão dos produtores em relação à área e rendimento.

No caso do primeiro modelo, foi utilizado o método dos mínimos quadrado de dois estágios e no segundo, o método dos mínimos quadrados ordinários. Os resultados mostraram que a hipótese de que a decisão dos produtores em relação à área a ser plantada e rendimento eram tomadas simultaneamente, não parece ser comum entre os produtores de Minas Gerais e da Região Norte-Nordeste, visto que os resultados não foram satisfatórios. Desta forma, aceitou-se a segunda hipótese de não simultaneidade.

Carmo (1974) estimou as relações estruturais da oferta e demanda do amendoim, da soja e do algodão para o Estado de São Paulo, durante o período 1949-69. As equações foram estimadas por meio de duas técnicas econométricas distintas: o método dos mínimos quadrados ordinários e o método dos mínimos quadrados em dois estágios com a finalidade de comparar os resultados obtidos, pois era esperado que o uso de dois estágios no ajustamento de modelos simultâneos conduzisse a estimadores mais precisos dos parâmetros da regressão. As culturas do amendoim e da soja apresentaram resultados coerentes com a teoria econômica.

Dada a importância do setor de papel e celulose na economia brasileira, a significativa participação do Brasil no mercado mundial de papel e papelão e a carência de estudos de mercado destes produtos, Silva et al (1998) analisaram o mercado brasileiro de papel e papelão utilizando modelos dinâmicos de oferta total, demanda interna e demanda de exportação. Esses autores utilizaram o método dos mínimos quadrados ordinários, uma vez que as variáveis explicativas foram todas predeterminadas.

Utilizando o método dos mínimos quadrados de três estágios, Roosen (1999) estimou um modelo econométrico de oferta e demanda de maçãs nos Estados Unidos

usando dados anuais de 1971 a 1997. O modelo estrutural foi organizado em cinco componentes: oferta, alocação entre mercados para utilização da maçã fresca e processada, precificação, demanda e importações. Os Estados Unidos foi dividido em cinco regiões produtoras de maçãs. As elasticidades de oferta estimadas ilustraram diferenças regionais relevantes nas habilidades dos produtores em responder a mudanças no mercado.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o modelo utilizado para expressar equações comportamentais do mercado de açúcar no Estado de São Paulo, em termos de funções de oferta e de demanda, juntamente com a condição de equilíbrio. A obtenção de estimativas de elasticidades preço e de elasticidade renda possibilita a realização de análises prospectivas sobre o comportamento dos agentes nesse mercado, o que é útil tanto para a definição de políticas setoriais como para o planejamento da tomada de decisões pelos agentes que participam desse mercado.

Tomando-se como referência a literatura disponível sobre estimação de equações de oferta e demanda para o mercado de açúcar e para produtos agropecuários, considera-se um modelo básico, especificado a partir de pressupostos da teoria econômica de mercados competitivos em todos os mercados do produto e de fatores. As equações que compõem o modelo representam soluções a processos de maximização de lucro pelas firmas, no caso da oferta, e de maximização de utilidade por parte do consumidor, no caso da demanda. Após a descrição do modelo econométrico, apresentam-se os procedimentos aplicados na sua estimativa.

3.1 Referencial teórico⁴

A base teórica deste trabalho está fundamentada na teoria microeconômica de oferta e demanda. A demanda por um bem é definida como a quantidade deste bem que os consumidores estão dispostos a adquirir aos diferentes preços prevalecentes nos

⁴ Baseado em Henderson e Quandt (1976).

mercados, “*coeteris paribus*”. Pode-se considerar a seguinte função de demanda para o i -ésimo consumidor, obtida a partir da solução de um processo de maximização de utilidade:

$$D_{ij} = D_{ij}(p_j, p_2, \dots, p_m, y_i)$$

Onde D_{ij} é a quantidade do bem j demandada pelo i -ésimo consumidor; p_j é o preço desse bem, $p_2 \dots p_m$ são os preços de bens substitutos e/ou complementares e y_i é a renda do consumidor.

A função de demanda do mercado é obtida somando-se todas as funções de todos n consumidores:

$$D = \sum_{i=1}^n D_{ij} = \sum_{i=1}^n D_{ij}(p_1, p_2, \dots, p_m, y_i)$$

onde D é a demanda agregada ou de mercado.

A curva de demanda tem inclinação negativa, dado que os consumidores geralmente estão dispostos a comprar quantidades maiores, à medida que os preços tornam-se mais baixos. Os preços mais baixos tanto podem estimular consumidores que já estão adquirindo a mercadoria a consumir quantidades maiores, como também permitir que outros consumidores, que anteriormente não dispunham de poder aquisitivo para comprar tal mercadoria, passem a adquiri-la.

Entende-se por oferta, a relação direta entre preços e quantidades produzidas de um bem que uma firma estaria disposta a colocar no mercado, por unidade de tempo, “*coeteris paribus*”. Desta forma, a função de oferta de uma firma estabelece a quantidade que essa firma produzirá em função do preço de mercado e pode ser obtida a partir da solução de um processo de maximização de lucros:

$$S_i = S_i(p)$$

Onde S_i é a quantidade ofertada pela i -ésima firma; p é o preço da mercadoria.

Obtém-se a curva de oferta agregada ou de mercado somando-se as n funções individuais de oferta. A oferta agregada é:

$$S = \sum_{i=1}^m S_i(p)$$

Onde S é a oferta de mercado.

A curva de oferta de mercado tem inclinação positiva, expressando que quanto mais alto for o preço, maior será o número de empresas aumentando sua produção e vendas.

A partir dessas considerações, derivam-se as relações simplificadas de oferta e demanda, conforme a Figura 11.

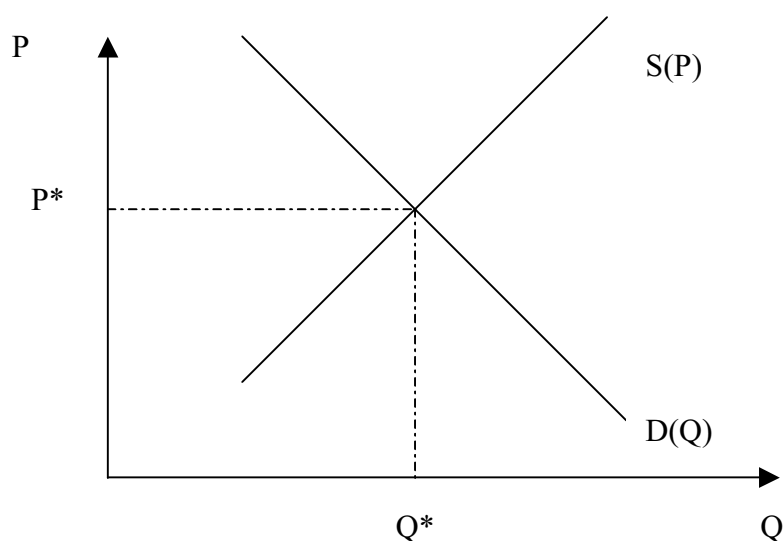


Figura 11 - Preços e quantidades de equilíbrio.

A análise econométrica dos modelos de oferta e demanda considera que os preços são flexíveis e se ajustam instantaneamente, de modo a igualar oferta e demanda de mercado.

3.1.1 Modelo de oferta e demanda de açúcar

Neste item apresenta-se o modelo proposto para representar o funcionamento do mercado de açúcar no Estado de São Paulo. O modelo compõe-se de duas equações básicas, uma representativa da oferta e a outra da demanda interna. Admite-se ser possível identificar e analisar as variáveis relevantes que determinam a oferta e a demanda de açúcar no Estado de São Paulo, considerando um mercado competitivo, onde as firmas procuram maximizar lucros e desta forma a quantidade ofertada pela firma será uma função de preços. Além disso, pressupõe-se que os consumidores procuram maximizar a utilidade, cuja demanda por produtos será em função do preço e renda.

A estrutura do mercado de açúcar permite a utilização das seguintes formas para especificar as funções de oferta e demanda:

$$Qs_t = f(Pd_t, Pme_t, Pa_t) \quad (1)$$

$$Qd_t = g(Pd_t, Y_t) \quad (2)$$

- Condição de Equilíbrio:

$$Qs_t = Qd_t = Q_t^* \quad (3)$$

Dessa forma, o preço e a quantidade de equilíbrio no mercado interno de açúcar no Estado de São Paulo são funções que podem ser expressas como:

$$Pd_t^* = h (Pme_t, Pa_t, Y_t) \quad (4)$$

$$Q_t^* = j (Pme_t, Pa_t, Y_t) \quad (5)$$

Definindo-se as variáveis:

Qs_t = quantidade de açúcar ofertada no Estado de São Paulo no período t ;

Q_t^* = quantidade de equilíbrio de açúcar comercializada no mercado interno no período t ;

Pd_t = preço do açúcar cristal no mercado interno no período t ;

Pd_t^* = preço de equilíbrio do açúcar cristal no período t ;

Pme_t = preço do açúcar no mercado internacional no período t ;

Pa_t = preço do álcool hidratado no período t ;

Qd_t = consumo de açúcar no mercado interno no período t ; e

Y_t = renda real no período t .

3.2 Modelo econométrico

As equações de oferta e demanda de açúcar são ajustadas em forma log-linear, a fim de obter as respectivas elasticidades preço da oferta e elasticidade preço e renda da demanda, podendo ser expressas da seguinte maneira:

Função de oferta de açúcar:

$$\ln Q_{s_t} = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{d_t} + \beta_2 \ln P_{m_e_t} + \beta_3 \ln P_{a_t} + \beta_4 T + e_1 \quad (6)$$

Função demanda de açúcar:

$$\ln Q_{d_t} = \beta_5 + \beta_6 \ln P_{d_t} + \beta_7 \ln Y_t + \beta_8 T + e_2 \quad (7)$$

Condição de equilíbrio:

$$\ln Q_{s_t} = \ln Q_{d_t} = \ln Q_t^* \quad (8)$$

Onde:

$T = \text{variável tendência};$

e_1 e $e_2 = \text{erro aleatório, com média zero, variância constante e não autocorrelacionado}$

As demais variáveis foram definidas no item anterior.

As equações 6 e 7 encontram-se expressas na forma logarítmica, o que permite obter as respectivas elasticidades. Uma discussão sobre a escolha da forma funcional é encontrada em Reis (1979), citado por Braga e Markwald (1983). Esse autor realiza comparações entre formas lineares e log-lineares para pares de equações com todas as demais especificações inalteradas. Os resultados obtidos pelo referido autor permitem constatar que, na maioria dos casos analisados, um melhor desempenho para as estimações na forma log-linear, no que se relaciona aos valores de R^2 , estatística “t” de Student e estatística Durbin-Watson para autocorrelação dos resíduos. Além disso, o autor aplica um teste não-rigoroso de escolha de forma funcional, que é o teste de

Sargan, o qual também sugere melhor desempenho da forma log-linear, nos casos analisados.

No caso da função oferta de açúcar, β_1 representa a elasticidade preço do bem, e espera-se que o valor desse coeficiente seja positivo, mostrando uma relação positiva entre o preço do bem e sua respectiva produção.

Os coeficientes β_2 e β_3 representam as elasticidades cruzadas para bens substitutos ao açúcar na oferta, como açúcar de exportação e álcool, respectivamente, dado que empregam a mesma matéria-prima – cana-de-açúcar, de forma que se espera que os coeficientes estimados apresentem sinais negativos.

No caso do preço do açúcar de exportação, a relação esperada entre essa variável e a variável quantidade de açúcar ofertada no mercado interno é negativa. A lógica subjacente é que a um preço de açúcar no mercado internacional relativamente mais atrativo que o preço do açúcar no mercado interno, haverá um deslocamento de parte do que seria oferta interna para o mercado externo.

Quanto ao preço do álcool, a relação negativa esperada deve-se à forma de produção do setor, o qual permite um deslocamento da matéria-prima – a cana-de-açúcar - da fabricação de açúcar para a fabricação de álcool e vice-versa. Dessa forma, considera-se que, quando o preço do álcool torna-se mais atrativo do que o preço do açúcar, os produtores deslocam parte da cana que seria empregada na produção de açúcar para a produção de álcool.

Em relação à demanda de açúcar, o coeficiente β_6 representa a elasticidade preço da demanda. A expectativa quanto ao sinal desse coeficiente é de que seja negativo, devido à relação inversa entre quantidade consumida de um bem e seu respectivo preço. Quanto ao coeficiente β_7 , que expressa a elasticidade renda da demanda, espera-se que seu sinal seja positivo, frente à relação positiva entre renda e consumo.

A variável tendência foi inserida no modelo de oferta para captar alterações em variáveis, como por exemplo, evoluções tecnológicas. Como usualmente os avanços tecnológicos resultam em aumento da produtividade e da produção, espera-se que o sinal do coeficiente β_4 seja positivo.

No caso da demanda, a variável tendência foi inserida para captar mudanças ao longo do tempo, como por exemplo, mudanças nos hábitos dos consumidores, gostos e preferências. O sinal desse coeficiente, portanto, não pode ser definido *a priori*, visto que essas mudanças podem resultar tanto para um aumento como para uma diminuição no consumo.

Em relação às elasticidades, a oferta e a demanda podem ser elásticas, inelásticas ou unitárias. A oferta é elástica, unitária ou inelástica quando uma dada variação percentual no preço resultar em uma variação percentual maior, igual ou menor na quantidade produzida.

Da mesma forma, a demanda pode ser elástica, unitária ou inelástica, caso uma dada variação percentual no preço ou na renda resulte em uma variação percentual maior, igual ou menor na quantidade demandada de um bem.

No caso do modelo proposto, espera-se que a oferta seja inelástica a preços no curto-prazo, visto que os produtores não reagem de forma imediata a variações de preços.

No caso da demanda, espera-se que indique inelasticidade a preço e renda, visto que o açúcar é um bem de necessidade básica no contexto econômico interno.

3.2.1 O problema da identificação

Para explicar o funcionamento da estrutura de mercado para um produto, cujas equações possuam variáveis endógenas na qualidade de variáveis independentes, as funções de oferta e demanda devem ser estimadas simultaneamente (Carmo, 1974).

A escolha do método de estimação dos parâmetros no caso dos modelos de equações simultâneas depende do grau de identificação apresentado pelas equações do modelo. Segundo Matos (1997), o termo identificação refere-se à possibilidade de obter os parâmetros estruturais de uma equação pertencente a um sistema simultâneo, a partir das equações reduzidas.

Uma equação é identificada se seus parâmetros podem ser obtidos a partir dos parâmetros estimados das equações reduzidas. Se a equação não for identificada, as estimativas de seus parâmetros podem referir-se a outra equação do sistema ou constituir-se em uma combinação das duas.

A condição necessária (mas não suficiente) de identificação, segundo Gujarati (1995), para que as equações de determinado sistema sejam identificadas é a de que o número de variáveis predeterminadas (ou defasadas) e exógenas excluídas da cada equação, seja igual ou maior que o número de variáveis endógenas da equação que se está identificando, menos um, ou seja:

$$(S - E) \geq (G - 1)$$

onde S é o número de variáveis predeterminadas no sistema de equações estruturais; E é o número de variáveis predeterminadas na equação que se está identificando; G é o número de variáveis endógenas em uma dada equação.

Portanto, se $(S-E) = (G-1)$, tem-se uma equação exatamente identificada, de forma que se pode obter uma única estimativa para cada parâmetro estrutural, o método a ser empregado nesse caso, é o método dos mínimos quadrados indiretos; se $(S-E) > (G-1)$, tem-se uma equação superidentificada, o que significa que pode-se obter mais de uma estimativa para cada parâmetro estrutural e o método a ser empregado nesse caso é o método dos mínimos quadrados de dois estágios; se $(S-E) < (G-1)$, a equação é subidentificada e portanto, não é possível a estimação dos parâmetros estruturais.

A condição necessária e suficiente para identificação (condição de rank), segundo Gujarati (1995), é de que em um modelo contendo M equações e M variáveis endógenas, uma equação é identificada se for possível construir pelo menos um determinante diferente de zero, de ordem $(M-1)(M-1)$, com os coeficientes das variáveis excluídas de uma dada equação, porém contidas nas demais equações do modelo. A condição de ordem, como visto anteriormente, informa se a equação é superidentificada, subidentificada ou exatamente identificada, enquanto que a condição de rank informa se a equação é identificada ou não.

3.3 Procedimentos econométricos

3.3.1 Teste de simultaneidade

Em geral, os modelos de oferta e demanda de uma *commodity* pressupõem que o preço e a quantidade desse bem são determinados simultaneamente. Quando existe simultaneidade, uma ou mais das variáveis explicativas serão endógenas, e, portanto, correlacionadas com o termo de erro do modelo estrutural. Dessa forma, o método dos mínimos quadrados ordinários não pode ser aplicado para estimar uma equação única pertencente a um sistema de equações simultâneas, pois estaria violando uma das pressuposições do modelo linear clássico, a qual postula que as variáveis explicativas são não estocásticas ou, se estocásticas, são distribuídas independentemente do termo de erro estocástico. Nesse caso, ao aplicarmos tal método, os estimadores obtidos serão

tendenciosos e inconsistentes (Gujarati,1995), isto é, à medida que o tamanho da amostra aumentar, os estimadores não tendem para seus verdadeiros valores (Pindyck e Rubinfeld, 1991).

Por outro lado, ao aplicar o método dos mínimos quadrados de dois estágios quando não existir simultaneidade, os estimadores obtidos serão consistentes, mas não eficientes (Pindyck e Rubinfeld, 1991). Dessa forma, é necessário inicialmente verificar se qualquer uma das variáveis explicativas é endógena antes de escolher o método mais apropriado para conduzir a estimação. Um teste de especificação para averiguar a endogeneidade de uma das variáveis explicativas inserida em um modelo é apresentado por Hausman, denominado Teste de Especificação de Erro de Hausman (Pindyck e Rubinfeld, 1991, p.303-305), que é descrito a seguir.

O Teste de Especificação de Hausman consiste em verificar se uma das variáveis explicativas é endógena e, portanto correlacionada com o termo de erro. Nesse caso, tem-se uma indicação da existência de simultaneidade entre as variáveis do sistema. No presente trabalho, a variável explicativa a ser testada quanto à sua endogeneidade é o preço do açúcar cristal.

Considerando-se o modelo econométrico de oferta e demanda de açúcar no Estado de São Paulo apresentado na seção 3.2, pretende-se verificar se a variável explicativa preço do açúcar cristal (Pd) está correlacionada com o termo de erro. Para tal, no primeiro estágio do Teste de Hausman, obtêm-se equações do modelo na forma reduzida:

$$\ln Pd_t = \pi_{12} + \pi_{13} \ln Pme_t + \pi_{14} \ln Pa_t + \pi_{15} \ln Y_t + \pi_{16} T + u_{1t} \quad (9)$$

$$\ln Q_t = \pi_{17} + \pi_{18} \ln Pme_t + \pi_{19} \ln Pa_t + \pi_{20} \ln Y_t + \pi_{21} T + u_{2t} \quad (10)$$

Onde:

$$\begin{aligned} \pi_{12} &= \frac{\beta_5 - \beta_0}{\beta_1 - \beta_6} & \pi_{13} &= -\frac{\beta_2}{\beta_1 - \beta_6} & \pi_{14} &= -\frac{\beta_3}{\beta_1 - \beta_6} \\ \pi_{15} &= \frac{\beta_7}{\beta_1 - \beta_6} & \pi_{16} &= \frac{\beta_8 - \beta_4}{\beta_1 - \beta_6} & \pi_{17} &= \frac{\beta_1\beta_5 - \beta_0\beta_6}{\beta_1 - \beta_6} \\ \pi_{18} &= -\frac{\beta_6\beta_2}{\beta_1 - \beta_6} & \pi_{19} &= -\frac{\beta_6\beta_3}{\beta_1 - \beta_6} & \pi_{20} &= -\frac{\beta_1\beta_7}{\beta_1 - \beta_6} \\ \pi_{21} &= \frac{\beta_1\beta_8 - \beta_6\beta_4}{\beta_1 - \beta_6} & u_{2t} &= \frac{\beta_1e_2 - \beta_6e_1}{\beta_1 - \beta_6} & u_{1t} &= \frac{e_2 - e_1}{\beta_1 - \beta_6} \end{aligned}$$

Estima-se a equação reduzida do preço (equação 9) pelo método dos mínimos quadrados ordinários, obtendo-se:

$$\ln \hat{P}d_t = \hat{\pi}_{12} + \hat{\pi}_{13} \ln Pme_t + \hat{\pi}_{14} \ln Pa_t + \hat{\pi}_{15} \ln Y_t + \hat{\pi}_{16} T \quad (11)$$

A seguir, considera-se que:

$$Pd_t = \hat{P}d_t + \hat{u}_{1t} \quad (12)$$

Utiliza-se a equação 12 para realizar o Teste de Especificação de Hausman, substituindo-a na equação 6, e estimando-se a equação resultante, dada por:

$$\ln Q_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \hat{P}d_t + \delta \hat{u}_{1t} + \alpha_2 \ln Pme_t + \alpha_3 \ln Pa_t + e_t \quad (13)$$

O teste consiste em verificar a hipótese $H_0: \delta=0$ vs $H_a: \delta \neq 0$. Ou seja, sob a hipótese nula de que não existe simultaneidade, a correlação entre o resíduo estimado (\hat{u}_{it}) e o termo de erro (e_{it}) deverá ser igual a zero. Portanto, se ao estimar a equação 13, o coeficiente δ não for estatisticamente significativo, não se rejeita a hipótese nula. Caso contrário, aceita-se a hipótese alternativa de existência de simultaneidade na determinação das variáveis endógenas do modelo.

3.3.2 Teste de estacionariedade

Trabalhos empíricos baseados em dados de séries temporais, geralmente assumem que essas séries são estacionárias. Em uma regressão pode-se obter um alto valor do coeficiente de determinação (R^2), embora não exista uma relação significativa entre as variáveis. Essa situação é denominada de regressão espúria (Gujarati, 1995).

Segundo Harris (1995) uma série estacionária tende a retornar ao seu valor médio e tem variância finita enquanto que uma série não estacionária tem uma média diferente para cada ponto no tempo e sua variância aumenta com o tamanho da amostra.

O procedimento utilizado para testar a estacionariedade de uma série e indicar a sua ordem de integração é denominado teste de raiz unitária. No presente trabalho, utiliza-se a abordagem de Dickey-Fuller (DF) para testar a hipótese nula que uma série contém raiz unitária, isto é, se a série é não-estacionária contra a hipótese alternativa de estacionariedade, conforme descrito a seguir.

Considerando uma série que gera um processo auto-regressivo de ordem um (AR (1)), representada da seguinte forma:

$$Y_t = \theta Y_{t-1} + u_t \quad (14)$$

Onde:

Y_t : variável considerada no período t ; Y_{t-1} : variável defasada em um período; u_t = erro estocástico com média zero, variância constante σ^2 e não autocorrelacionado. Se o valor de θ for igual a 1, a série é não-estacionária.

Para realizar o teste de raiz unitária, ajusta-se a equação 14, subtraindo-se Y_{t-1} de cada lado da equação, passando a ser expressa da seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + u_t \quad (15)$$

Sendo $\gamma = (\theta - 1)$.

Pelo teste Dickey-Fuller, se θ for igual a 1 na equação 14, ou, da mesma forma, γ for igual a zero na equação 15, há presença de raiz unitária e a série considerada é não-estacionária.

Quando as séries não são geradas por um processo auto-regressivo de ordem 1 [AR(1)], mas por um processo auto-regressivo de ordem p [AR(p)], considera-se o seguinte modelo para se testar a estacionariedade da série:

$$\Delta Y_t = a_0 + a_1 t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (16)$$

Onde:

$$\beta = - \sum_{j=i+1}^p \theta_j \quad \gamma = \sum_{i=1}^p \theta_i - 1$$

Neste caso, utiliza-se o teste Dickey-Fuller Aumentado (DFA), o qual envolve um número desconhecido de defasagens da variável dependente em primeira diferença para determinar se existem variáveis autocorrelacionadas omitidas, que poderiam estar incorporadas ao termo de resíduo u_t , para testar a hipótese nula $H_0: \gamma = 0$. Entretanto, é necessário definir o número de defasagens (p) a serem consideradas no modelo⁵. No presente estudo utiliza-se o teste de Akaike e Schwarz⁶ para determinar a ordem do modelo auto-regressivo.

Dickey e Fuller consideram três diferentes equações de regressão que podem ser usadas para testar a presença de raiz unitária:

Modelo A:

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + a_1 t + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i \Delta y_{t-i+1} + e_t$$

Modelo B:

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i \Delta y_{t-i+1} + e_t$$

Modelo C:

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i \Delta y_{t-i+1} + e_t$$

⁵ Harris(1995) alerta que poucas defasagens podem resultar em uma rejeição da hipótese nula quando ela é verdadeira, enquanto muitas defasagens podem reduzir o poder do teste.

⁶ Os critérios de Akaike (Akaike Information Criterion – AIC) e Schwarz (Schwarz Criterion – SC) consistem no seguinte: $AIC = T \ln \sigma^2 + 2K$ e $SC = T \ln \sigma^2 + K(\ln T)$. Onde: σ^2 é a soma dos quadrados dos resíduos estimados do processo auto-regressivo de ordem p ; T é o número de observações e K o número de variáveis independentes. O modelo mais adequado é aquele que apresentar o menor valor para os critérios AIC e SC.

O parâmetro de interesse em todas as regressões é γ . A hipótese a ser testada é:

$$H_0: \gamma = 0 \text{ vs } H_a: \gamma \neq 0$$

Portanto, se a hipótese nula for aceita, a série contém raiz unitária (é não-estacionária); caso contrário, constata-se que a série será estacionária.

Enders (1995) propõe que, para realizar o teste de raiz unitária, deve-se iniciar considerando-se um modelo mais geral (Modelo A, com constante e tendência), e torná-lo progressivamente parcimonioso, até chegar ao modelo sem constante e sem tendência, à medida que os coeficientes dessas variáveis mostrarem-se não significativas (Modelo C). Os valores críticos dos testes não se baseiam no teste padrão “t” de Student, mas sim nas estatísticas Dickey-Fuller τ_τ , τ_μ e τ , apresentadas por Dickey e Fuller (1981) para se testar a hipótese nula $H_0: \gamma = 0$, nos modelos A, B e C, respectivamente, conforme apresentado no Quadro 1⁷.

Modelo	Hipótese da nulidade	Estatística
A	$\gamma = 0$ $a_1 = 0$ dado $\gamma = 0$	τ_τ $\tau_{\beta\tau}$
B	$\gamma = 0$ $a_0 = 0$ dado $\gamma = 0$	τ_μ $\tau_{\alpha\mu}$
C	$\gamma = 0$	τ

Quadro 1 - Seqüência para o teste Dickey-Fuller Aumentado.

Segundo esse mesmo autor, quando os resultados indicam que a hipótese nula de presença da raiz unitária não deve ser rejeitada, entretanto rejeita-se a hipótese de que

⁷ Os valores críticos dessas estatísticas encontram-se em Apêndice 1 e Apêndice 2.

não existe tendência ou constante, deve-se testar novamente a hipótese nula de presença de raiz unitária utilizando-se o teste padrão “t” de Student.

Se uma série torna-se estacionária quando tomada em primeira diferença, diz-se que a série é integrada de ordem 1 ou I(1). Se a série somente se torna estacionária quando diferenciada duas vezes, diz-se que esta é integrada de ordem 2 ou I(2). Portanto, se uma série temporal tiver que ser diferenciada d vezes para se tornar estacionária, identifica-se como sendo integrada de ordem d ou I(d).

3.3.3 Teste de co-integração

O conceito de co-integração procura identificar se duas ou mais variáveis integradas de mesma ordem possuem uma relação de equilíbrio no longo prazo. Se duas séries temporais y_t e x_t são ambas I(d), então, em geral, qualquer combinação linear das duas séries também será I(d), isto é, os resíduos obtidos a partir da regressão de y_t sobre x_t são I(d). Se, entretanto, existe um vetor β , tal que o termo de erro a partir da regressão $\hat{\varepsilon} = y_t - \hat{\beta}x_t$ é de menor ordem de integração, I(d,b), onde $b > 0$, então Engle e Granger (1987) definem y_t e x_t como cointegrados de ordem (d,b). Dessa forma, se y_t e x_t são ambos I(1), e $\varepsilon_t \sim I(0)$, as duas séries serão cointegradas de ordem CI(1,1) (Harris, 1995).

A interpretação econômica de co-integração, segundo Harris (1995), é de que se existe uma relação de equilíbrio de longo-prazo entre as séries, então mesmo que estas possam conter tendências estocásticas, ou seja, ser não estacionárias, as mesmas apresentam uma tendência conjunta de longo prazo. A diferença entre as séries será estável, ou seja, estacionária. Portanto, o conceito de co-integração mimetiza a existência de um equilíbrio de longo prazo para o qual um sistema econômico converge ao longo do tempo e portanto o erro ε_t pode ser interpretado como o erro de equilíbrio, ou seja, a distância que separa o sistema do equilíbrio no tempo t.

Conforme o método proposto por Engle e Granger (1987) para verificar a presença de co-integração entre duas séries temporais integradas de ordem 1, deve-se estimar a seguinte equação por mínimos quadrados ordinários:

$$Y_t = \alpha + \beta x_t + e_t \quad (17)$$

e testar posteriormente se o resíduo estimado (\hat{e}_t) é estacionário (I(0)) ou não, através da aplicação do teste de raiz unitária descrito no item 3.3.2⁸ para $\hat{e}_t = \theta \hat{e}_{t-1} + u_t$. Se \hat{e}_t for I(0), as duas séries são co-integradas e e_t é o termo de correção de erro que recupera as informações de longo prazo perdidas na diferenciação das séries.

⁸ Os valores críticos para os testes de raiz unitária sobre os resíduos da equação de co-integração encontram-se em Apêndice 3.

4 DADOS

Com a finalidade de analisar a oferta e a demanda de açúcar no Estado de São Paulo no período pós-desregulamentação do setor sucroalcooleiro, foram utilizados dados mensais de cinco séries econômicas para o período compreendido entre janeiro de 1994 a outubro de 2000, conforme apresentado a seguir.

- Volume de açúcar comercializado no mercado interno

A série do volume de açúcar destinado ao mercado interno em sacas de 50 kg foi obtida dos Boletins de Safra da Associação das Indústrias de Açúcar e Álcool(AIAA)/ União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo - UNICA

- Preços do Álcool Hidratado

A série de preços do álcool hidratado foi obtida junto ao CEPEA/ESALQ/USP. Para o período anterior a janeiro de 1998, segundo a União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo – UNICA, o preço do álcool hidratado correspondia a 92% do preço do álcool anidro⁹. Portanto, para a obtenção da série completa, multiplicou-se o preço do álcool anidro por 0,92.

⁹ Comunicação Pessoal

- Preços do açúcar no mercado internacional

Os preços do açúcar no mercado internacional foram levantados utilizando-se os preços da Bolsa de Nova Iorque. Estes preços foram convertidos em moeda nacional, multiplicando-se os preços em dólar pela média mensal da taxa de câmbio nominal publicada na Revista Suma Econômica (Junho/01).

- Preços do Açúcar Cristal

A série de preços do açúcar cristal para o período considerado foi obtida no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada- CEPEA/ESALQ/USP.

As séries de preços do açúcar cristal e álcool hidratado utilizadas no modelo foram deflacionadas utilizando-se o Índice Geral de Preços – Fundação Getúlio Vargas, com base em maio de 2001, publicado pela Revista Suma Econômica (Junho/01).

- Renda

O consumo residencial de energia elétrica foi utilizado como proxy para a renda per capita, o qual foi obtido na Revista Conjuntura Econômica-FGV.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta, primeiramente, os resultados das análises das séries temporais utilizadas para estimar o modelo delineado para explicar o funcionamento do mercado de açúcar no Estado de São Paulo. As séries foram estudadas quanto à sua estacionariedade e co-integração. Estimou-se a seguir, o modelo de oferta e demanda de açúcar.

Na tabela 9, apresentada a seguir, tem-se a relação das variáveis utilizadas e suas respectivas descrições.

Tabela 9. Definição das variáveis utilizadas na presente pesquisa.

Variável	Definição
$\ln Q_s$	Logaritmo do volume de açúcar comercializado no mercado interno
$\ln P_d$	Logaritmo do preço do açúcar cristal para o Estado de São Paulo
$\ln P_{me}$	Logaritmo do preço do açúcar no mercado internacional
$\ln P_a$	Logaritmo do preço do álcool hidratado para o Estado de São Paulo
$\ln Y$	Logaritmo da renda

5.1 Teste de simultaneidade

Os resultados da aplicação do Teste de Especificação de Hausman estão apresentados em Anexo A e Anexo B. O teste foi aplicado com todas as variáveis expressas em logaritmos.

O termo de erro estimado no segundo estágio apresentou-se significativo a 1%, mostrando que o coeficiente do erro é estatisticamente diferente de zero, sugerindo que existe correlação entre este e a variável explicativa - preço do açúcar cristal. Os resultados permitem concluir que a variável preço do açúcar cristal é endógena e existe simultaneidade no sistema de equações formulado. Dessa forma, o método a ser utilizado na estimação das equações é o método de mínimos quadrados ordinários de dois estágios ou variáveis instrumentais (Pindyck e Rubinfeld, 1991).

5.2 Teste de estacionariedade

Em geral, as séries econômicas apresentam um comportamento não estacionário, o que requer um estudo prévio das séries a serem consideradas na especificação de modelos econométricos que procuram explicar o funcionamento de mercados. Neste trabalho, as séries econômicas consideradas no modelo de oferta e demanda de açúcar foram submetidas ao teste de raiz unitária para verificar a existência de tendência estocástica (raiz unitária) das variáveis.

As Tabelas 10 a 12 apresentam os resultados do teste de estacionariedade das variáveis em nível, segundo as estatísticas τ_τ , τ_μ e τ , as quais consideram os modelos com constante e tendência, com constante e sem tendência e modelo sem constante e sem tendência, respectivamente.

Nenhuma variável apresentou-se estacionária no modelo com constante e tendência. Na Tabela 10 foi utilizada a estatística $\tau_{\beta\tau}$ para avaliar a significância da tendência no modelo, sendo que os resultados sugerem a não significância em todas as variáveis.

Tabela 10. Teste de estacionariedade do modelo com constante e tendência.

Variáveis	Defasagens (n)	Valor da estatística “t” $H_0: a_1 = 0$	Valor da estatística “t” $H_0: \gamma = 0$	Nível de significância da estatística Q
lnPd	1	-0,5987	-2,1957	0,76
lnPme	1	-0,4352	-2,3363	0,99
lnPa	1	0,7061	-1,1844	0,49
lnQs	5	1,4983	-3,3351	0,82
lnY	11	0,0768	-0,7097	0,96

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

A Tabela 11 apresenta os resultados para o modelo com constante e sem tendência para se testar a estacionariedade das séries. Ao testar a hipótese nula de presença de raiz unitária através da estatística τ_μ , apenas a variável volume de açúcar comercializado no Estado de São Paulo apresentou-se significativa. Quanto à significância do termo constante, a qual foi testada através da estatística $\pi_{\alpha\mu}$, as variáveis preço do açúcar no mercado internacional e renda apresentaram-se significativas a 5%. Dessa forma, seguindo o procedimento proposto por Dickey e Fuller, testou-se novamente a presença de raiz unitária nas séries de preço de açúcar no mercado internacional e renda utilizando-se o teste padrão “t” de Student, tendo-se obtido indicações de que as variáveis apresentam-se significativas a 1%. Portanto, rejeitou-se a hipótese nula de raiz unitária, tendo-se constatado que as séries preço do açúcar no mercado internacional e renda são estacionárias em nível.

Tabela 11. Teste de estacionariedade para o modelo com constante e sem tendência.

Variáveis	Defasagens (n)	Valor da estatística “t” H ₀ : a ₀ = 0	Valor da estatística “t” H ₀ : γ = 0	Nível de significância da estatística Q
lnPd	1	2,2920	-2,3109	0,74
lnPme	1	2,7109**	-2,7149*	0,99
lnPa	1	-1,0709	-1,3432	0,47
lnQs	5	-2,9937**	-2,9908**	0,73
lnY	11	2,5674**	-2,5219*	0,96

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

Continuando o procedimento proposto por Enders (1995), passou-se ao modelo sem constante e sem tendência. Os resultados permitem concluir que as séries preço do açúcar cristal e preço do álcool no mercado do Estado de São Paulo não são estacionárias em nível, como se observa na Tabela 12, pois foram não significativas também nesse modelo.

Tabela 12. Teste de estacionariedade para o modelo sem constante e sem tendência.

Variáveis	Defasagens (n)	Valor da estatística “t” H ₀ : γ = 0	Nível de significância da estatística Q
lnPd	1	-0,3129	0,75
lnPme	1	-0,1422	0,99
lnPa	1	-1,0205	0,44
lnQs	5	0,3098	0,09
lnY	11	3,7084*	0,95

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

Dessa forma, procedeu-se ao teste de presença de raiz unitária para essas séries em primeira diferença, conforme se observa na Tabela 13.

Tabela 13. Teste de estacionariedade para o modelo sem constante e sem tendência.

Variável	Defasagens (n)	Valor da estatística “t” $H_0: \gamma = 0$	Nível de significância da estatística Q
$\Delta \ln Pd$	1	-4,8927*	0,31
$\Delta \ln Pa$	1	-4,8384*	0,49

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

Os resultados indicam a presença de uma raiz unitária ao nível de significância de 1% para as variáveis preço do açúcar cristal e preço do álcool hidratado, uma vez que foram aceitas as hipóteses de estacionariedade nos modelos na primeira diferença destas variáveis.

5.3 Teste de co-integração

Visto que as variáveis preço do açúcar cristal e preço do álcool hidratado são ambas integradas de ordem 1 – I(1), verificou-se através do teste de co-integração se estas variáveis apresentam relação de equilíbrio de longo prazo, através da abordagem de Engle e Granger (1987), descrita no item 3.3.3 desse trabalho. As variáveis são consideradas co-integradas quando o resíduo da regressão destas variáveis é estacionário.

Assim, foram realizadas regressões de preço do açúcar cristal em relação ao preço do álcool e vice-versa. As estatísticas Dickey e Fuller e o número de defasagens (n) descritas nas regressões abaixo correspondem à análise de estacionariedade dos resíduos.

$$\begin{array}{llll} \ln Pd = 3,533 + 0,705 \ln Pa & R^2 = 0,51 & DF = -1,29 & n=9 \\ \ln Pa = -2,916 + 0,727 \ln Pd & R^2 = 0,51 & DF = -2,38 & n=1 \end{array}$$

De acordo com os valores das estatísticas Dickey e Fuller obtidas, concluiu-se que as séries preço do álcool e preço do açúcar cristal não são co-integradas a um nível de significância de 10%, ou seja, não apresentam relação de equilíbrio no longo-prazo.

5.4 Resultados da estimação do modelo de oferta e demanda de açúcar

Neste item discutem-se os resultados referentes à estimativa do modelo teórico proposto para analisar a oferta e demanda de açúcar no Estado de São Paulo. Inicialmente faz-se a identificação do modelo, através das condições de ordem e de posto. A seguir apresentam-se os resultados referentes à estimativa do modelo de equações simultâneas, pelo método de mínimos quadrados em dois estágios.

Para proceder à estimação, foi necessário averiguar, a princípio, a identificação do modelo. Aplicando a condição de ordem descrito no item 3.2.1, verificou-se que o modelo proposto apresenta duas variáveis endógenas, preço do açúcar cristal e volume de açúcar comercializado no mercado interno (Pd_t e Qs_t , respectivamente) e três variáveis exógenas, preço do açúcar no mercado internacional, preço do álcool hidratado e renda (Pw , Pa e Y , respectivamente). Na equação da demanda são excluídas duas variáveis exógenas (preço do açúcar no mercado internacional e preço do álcool) e incluídas as duas variáveis endógenas (Pd_t e Qd_t). Na equação da oferta exclui-se uma variável exógena (renda) e incluem-se duas variáveis endógenas. Desta forma, a equação da oferta é exatamente identificada e a equação da demanda sobreidentificada. Aplicando-se a condição de posto, também verifica-se que ambas as equações são identificadas. Estas constatações indicam que o procedimento de estimação considerado mais indicado para a estimativa do modelo de oferta e demanda de açúcar é o método de mínimos quadrados de dois estágios (Gujarati, 1995).

Inicialmente, estimou-se o modelo explicitamente teórico de oferta e demanda, considerando todas as variáveis sem nenhuma defasagem. De maneira geral, verificou-se que os resultados obtidos com essa estimativa não se apresentaram satisfatórios, pois algumas variáveis não se mostraram estatisticamente significativas e apresentaram sinais contrários aos esperados. A Tabela 14 apresenta os resultados relativos à equação da oferta de açúcar no Estado de São Paulo.

Tabela 14. Resultados da estimativa da equação de oferta de açúcar no Estado de São Paulo. Período: janeiro de 1995 a outubro de 2000.

	Variáveis Explicativas				
	Constante	$\Delta \ln Pd$	$\ln Pme$	$\Delta \ln Pa$	Tendência
Coef. regressão	17,3035*	1,8917***	-0,4233***	-0,6327	0,0013
Erro Padrão	0,7454	1,0083	0,2404	0,5774	0,0022
Valor de t	23,2124	1,8760	-1,7609	-1,0957	0,6102
$R^2 = 0,28$	Q(17,0)= 18,02 DW= 1,56				

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

Em relação à equação da oferta, obteve-se um baixo valor do coeficiente de determinação múltipla (R^2). Goldstein e Khan (1978) alertam que em modelos simultâneos, mesmo que o seu valor seja baixo, não significa que a qualidade do ajustamento das equações não seja satisfatória, pois nesses modelos o coeficiente de determinação (R^2) não pertence mais a um intervalo (0,1), e sim, a um intervalo $(-\infty, 1)$.

Para a averiguação da existência de correlação serial nos resíduos, utilizou-se o teste Box-Pierce (Q)¹⁰. Verificou-se, pela estatística “Q”, a não existência de correlação serial nos resíduos na equação de oferta açúcar.

Os coeficientes das variáveis preço do açúcar cristal, preço do açúcar no mercado internacional e preço do álcool hidratado apresentaram sinais coerentes com os esperados. Os coeficientes das variáveis preço do açúcar cristal e preço do açúcar no mercado internacional apresentaram-se significativas a 10%, indicando que existe uma relação positiva entre preço do açúcar e quantidade de açúcar ofertada no mercado interno. Em relação à variável preço do açúcar no mercado internacional, pode-se dizer que à medida em que há um aumento do preço no mercado externo, parte do açúcar que seria ofertado no mercado interno é deslocado para o mercado externo, apresentando uma relação inversa entre quantidade ofertada e preço do mercado internacional. O coeficiente da variável preço do álcool hidratado apresentou sinal negativo, indicando algum grau de substitutibilidade entre a quantidade de açúcar comercializado e o preço do álcool, conforme esperado. Todavia, o coeficiente estimado para preço do álcool hidratado apresentou-se não significativo. Esperava-se que esta variável fosse relevante para explicar a oferta de açúcar porque, conforme explicitado anteriormente, existe uma relativa facilidade na realocação da matéria-prima (cana-de-açúcar) da fabricação de açúcar para a fabricação de álcool e vice-versa, conforme os preços vigentes de cada um dos produtos no mercado.

O alto coeficiente da variável preço do açúcar cristal (1,89) indica que a uma elevação de 10% no preço do açúcar cristal no mercado de São Paulo, provoca um

¹⁰ Teste Q – estatística de Box-Pierce, que é dada por: $Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2$ onde: $\rho_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n \hat{e}_t \hat{e}_{t-k}}{\sum_{t=1}^n \hat{e}_t^2}$. A

estatística Q apresenta distribuição Qui-Quadrado com m graus de liberdade.

aumento na oferta de açúcar da ordem de 18,9%. Portanto, conclui-se que a oferta é preço elástica.

O coeficiente da variável preço do açúcar no mercado internacional (-0,4233) indica que a uma elevação de 10% no preço do açúcar no mercado externo provoca uma redução de 4,23% na oferta de açúcar no mercado interno.

Os resultados da função de demanda de açúcar no mercado interno mostram que o coeficiente de determinação múltipla, de forma semelhante ao observado para a função oferta de açúcar, pode ser considerado baixo, visto que apenas 28% das variações ocorridas na variável dependente podem ser explicadas por variáveis independentes incluídas no modelo. A variável dependente defasada foi incluída no modelo a fim de eliminar o problema de autocorrelação dos resíduos. O valor obtido pela estatística “Q”, após a inclusão dessa variável, indica que o problema foi solucionado. Os resultados da estimativa da equação de demanda de açúcar são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Resultados da estimativa da equação de demanda de açúcar no Estado de São Paulo. Período: janeiro de 1995 a outubro de 2000.

	Variáveis Explicativas				
	Constante	lnQs(1)	$\Delta \ln Pd$	lnY	Tendência
Coef. regressão	10,8457**	0,4206*	-0,1752	-0,1852	0,0033
Erro Padrão	4,9130	0,1317	0,4999	0,5614	0,0027
Valor de t	2,2075	3,1925	-0,3506	-0,3300	1,2315
$R^2 = 0,28$	Q(17,0)=6,84	DW=2,08			

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

O coeficiente da variável preço do açúcar no mercado interno apresentou-se não significativo para explicar a demanda de açúcar no Estado de São Paulo, entretanto o

sinal foi coerente ao esperado. A variável renda apresentou-se com sinal contrário ao esperado e não-significativa.

Portanto, a fim de se obter as elasticidades preço e renda da demanda, estimou-se uma equação de demanda de açúcar através do método dos mínimos quadrados ordinários, visto que a variável dependente é relativa ao volume de açúcar comercializado no Estado de São Paulo.

5.5 Resultado da estimação da equação da demanda de açúcar

O modelo final, que expressa a relação que busca explicar as quantidades demandadas de açúcar no Estado de São Paulo, foi estimado considerando-se a variável explicativa, preço do açúcar cristal, em sua primeira diferença. A variável endógena, volume de açúcar comercializado, e a variável explicativa renda, identificadas como estacionárias em nível, foram incluídas dessa forma para a realização da estimativa.

Foram utilizadas variáveis binárias com a finalidade de captar mudanças do intercepto das equações relacionadas a situações diferenciadas na demanda ao longo dos anos e em diferentes meses dos anos (variações estacionais). No entanto, as binárias entre anos não se mostraram significativas, tendo sido suprimidas do modelo. Já as binárias para sazonalidade mostraram-se relevantes para implementar o ajustamento da regressão.

O resultado da estimativa da função de demanda por açúcar no Estado de São Paulo é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados da estimativa da equação de demanda de açúcar no Estado de São Paulo pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Período: janeiro de 1995 a outubro de 2000.

Variáveis	Coef. regressão	Erro Padrão	Valor de t
Explicativas			
Constante	7,3968*	2,6608	2,7799
$\Delta \ln Pd(1)$	-0,4703***	0,2605	-1,8054
$\ln Y(1)$	0,9960*	0,3049	3,2666
BI1	-0,1328	0,1072	-1,2389
BI2	-0,0548	0,1054	-0,5201
BI3	-0,2160	0,1086	-1,9878**
BI4	-0,1065	0,1121	-0,9499
BI5	0,0379	0,1161	0,3267
BI6	0,1810	0,1079	1,6782***
BI7	0,2388	0,1050	2,2747**
BI8	0,1440	0,1050	1,3708
BI9	0,1343	0,1051	1,2776
BI10	0,1187	0,1123	1,0576
BI11	0,1489	0,1051	1,4170
$R^2 = 0,50$	$Q(14,0) = 20,96$	$DW = 1,40$	

*** significativo a 10%

** significativo a 5%

* significativo a 1%

Obs: O número entre parênteses apresentado em seqüência ao nome da variável indica a ordem de defasagem considerada para a variável.

O coeficiente de determinação múltipla indica que 50% das variações nas quantidades demandadas se devem a variações nas variáveis explicativas preço do açúcar cristal e renda. A presença de autocorrelação de resíduos foi testada através da

estatística Q de Box-Pierce. O resultado indica a ausência de autocorrelação dos resíduos.

Os coeficientes do modelo ajustado para explicar o comportamento da demanda de açúcar apresentaram os sinais esperados e significância estatística da ordem de 10% para a variável preço do açúcar cristal e 1% para a variável renda, conforme os resultados mostrados na Tabela 16.

As variáveis foram incluídas com uma defasagem, o que proporciona um melhor ajustamento econométrico do modelo. Dentre as variáveis explicativas, o resultado indica que a renda apresenta o maior efeito sobre a quantidade demandada de açúcar após o período de um mês. A elasticidade renda relativa a essa variável indica que, mediante um aumento de 10% na renda dos consumidores, as vendas de açúcar no mercado interno apresentam um aumento da ordem de 9,96%, *coeteris paribus*. Uma elevação de 10% nos preços do açúcar cristal provoca, por sua vez, uma redução na demanda de açúcar da ordem de 4,7%, após o período de um mês. Portanto, conclui-se que a demanda é preço e renda inelástica.

6 CONCLUSÕES

A estimação das equações de oferta e demanda de açúcar simultaneamente não apresentou resultados satisfatórios e, portanto a hipótese de que a oferta e a demanda de açúcar se ajustam simultaneamente, sendo o preço do açúcar endógeno, não pode ser confirmada. No caso da equação da oferta, as variáveis consideradas para explicar a oferta de açúcar no Estado de São Paulo apresentaram sinais coerentes aos esperados, entretanto a variável preço do álcool apresentou-se não significativa.

O valor obtido da elasticidade preço da oferta (1,89) deve ser analisado com certa cautela, visto que os resultados econométricos do ajustamento das equações simultâneas foram pouco satisfatórios. O resultado da elasticidade indica que a oferta é elástica a variações de preços no curto-prazo, ou seja, dada uma variação de 10% no preço do açúcar cristal no Estado de São Paulo, a quantidade de açúcar ofertada irá variar 18,9% no mesmo sentido.

Ao compararmos o valor da elasticidade preço da oferta obtido nesse trabalho (1,89) com o valor de 0,252 obtido por Barros (1975) relativo ao curto-prazo, nota-se que houve uma modificação considerável do comportamento dos produtores de açúcar em relação ao preço desse produto. Provavelmente essa maior reação dos produtores a variações de preço se deve ao fato deste trabalho estar considerando o período posterior à desregulamentação, no qual não existem mais cotas de produção fixadas pelo governo e, portanto, como era esperado, há uma maior resposta da produção a variações nos preços. Considerando o trabalho de Arend (2001), no entanto, verifica-se que esse estimou uma elasticidade preço da oferta de 0,332 no curto prazo para o período de 1969

a 1998, de forma que o valor obtido no presente trabalho apresentou-se também superior ao obtido por este autor. Provavelmente isso ocorreu devido ao fato de Arend (2001) não ter separado o período anterior do período posterior à desregulamentação.

O coeficiente da variável preço do açúcar no mercado internacional (-0,4233) indica que a um aumento de 10% no preço do açúcar no mercado internacional, a oferta de açúcar no mercado interno varia 4,233% em sentido oposto, indicando que, provavelmente, parte do açúcar ofertado internamente será deslocado para o mercado externo.

Os coeficientes das variáveis da equação da demanda apresentaram-se não significativos, e somente a variável preço do açúcar no mercado interno apresentou sinal coerente ao esperado.

Esses resultados sugerem que a estimação simultânea da oferta e da demanda de açúcar não permite a obtenção de estimativas das elasticidades preço e renda da demanda com o objetivo de se realizar análises prospectivas sobre o comportamento dos agentes nesses mercados.

Conclui-se, então, que o modelo simultâneo de oferta e demanda de açúcar, apesar de comprovada a endogeneidade da variável preço do açúcar através do Teste de Especificação de Hausman, não proporciona resultados econométricos satisfatórios.

Optou-se então pela estimação de uma equação da demanda de açúcar no Estado de São Paulo, pelo fato dos dados empregados na análise serem referentes à quantidade de açúcar comercializada no mercado interno. Considerou-se a demanda como função do preço do açúcar cristal e renda. Os resultados encontrados foram satisfatórios.

A equação apresentou um coeficiente de determinação múltiplo da ordem de 0,50. Os sinais encontrados foram coerentes com os esperados e todas as variáveis mostraram-se significativas ao nível de 1% e 10% de probabilidade.

O baixo coeficiente encontrado para a variável preço do açúcar cristal (elasticidade preço igual a -0,47) indica que a demanda de açúcar é inelástica a preços, ou seja, a variação em 1% no preço do açúcar provoca uma variação, no sentido contrário, menos que proporcional na demanda por açúcar, indicando que o açúcar provavelmente continua sendo um produto de necessidade básica e variações em preços praticamente não afetam a demanda por açúcar.

O coeficiente da variável renda (elasticidade renda igual a 0,99), da mesma forma que o coeficiente da variável preço do açúcar, indica que quando a renda dos consumidores é incrementada, o consumo de açúcar apresenta um aumento menos que proporcional, ou seja, a demanda de açúcar é inelástica à renda no mercado do Estado de São Paulo.

Em relação às elasticidades renda e preço da demanda, quando comparadas aos trabalhos de Martini (1964), Barros (1975), Brandt (1987) e Arend (2001), nota-se que no que se refere à elasticidade-preço, que o valor obtido nesse trabalho não apresenta grandes alterações em relação ao período em que o mercado era regulamentado pelo governo, sendo mais próximo do resultado obtido por Martini (1964) (elasticidade preço da demanda igual a -0,557). Esse resultado sugere que a desregulamentação do setor não provocou alterações no comportamento consumidor do mercado de açúcar. O valor da elasticidade renda mostrou-se superior aos valores obtidos por aqueles trabalhos, entretanto a demanda continua sendo preço e renda inelástica, pelo menos no curto-prazo. Isto permite concluir que o açúcar continua sendo um bem essencial e de necessidade básica.

ANEXOS

ANEXO A. Resultados do 1º Estágio do Teste de Especificação de Hausman.

Variáveis	Coefficiente Estimado	Desvio Padrão	Teste “t”	Nível de Significância
Constante	-2,8409	2,8942	-0,9816	0,3299
lnPme	0,1974	0,1067	1,8485	0,0690
lnPa	0,6253	0,0674	9,2648	0,0000
lnY	0,6923	0,3342	2,0711	0,0423
T	-0,0083	0,0017	-4,7883	0,0000
R ² =0,7797	Q=138,2457			

ANEXO B. Resultados do 2º Estágio do Teste de Especificação de Hausman.

Variáveis	Coefficiente Estimado	Desvio Padrão	Teste “t”	Nível de Significância
Constante	2,7218	0,1400	19,4392	0,0000
lnPd	0,0089	0,0436	0,2036	0,8393
ReslnPd	-0,0539	0,0115	-4,6944	0,0000
lnPme	0,0014	0,0127	0,1116	0,9115
lnPa	-0,0229	0,0273	-0,8396	0,4042
T	0,0003	0,0002	1,3091	0,1951
R ² =0,4303	Q=10,26			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREND, S.C. “O Instituto do Açúcar e do Álcool”: os usineiros e a busca de rendas. Porto Alegre, 2001. 249p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BARROS, G.S.C. **Economia da comercialização agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 306p.
- BARROS, W.J. Análise econométrica dos mercados interno e de exportação de açúcar. Viçosa, 1975. 46p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Viçosa.
- BISCHOFF, E. E.; BRANDT, S.A. Estrutura da oferta e política de exportação de açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.94, n.6, p.29-40, dez. 1979.
- BRAGA, H.C.; MARKWALD, R. A. Funções de oferta e demanda das exportações de manufaturados no Brasil: estimação de um modelo simultâneo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.13, n.3, p.707-744, dez. 1983.
- BRANDT, S.A; CARVALHO, F.C.; ZAKUR, A.; FERREIRA, A.A.; DA SILVA, D.S. Demanda de açúcar no Brasil: relevância das funções dinâmicas. **Brasil Açucareiro**, v.104, n.5 e 6, p.40–43, 1986.
- BRANDT, S.A; CARVALHO, F.C.; RIGUEIRA, P.C. et al. Flutuações de estoques e modelos de oferta de açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.105, n.1, p.46-50, 1987.

BURNQUIST, H.L. Panorama da safra sucroalcooleira na região centro-sul. **Preços Agrícolas**, v.14, n.158, p.7-10, dez.1999.

CARMO, M.S. do. Análise da demanda e da oferta de oleaginosas no estado de São Paulo. Piracicaba, 1974. 159p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, F.C.; BRANDT, S.A.; ZAKUR, A.; ORLANDO, W.A. Preços, tarifas, oferta e procura de estoques de açúcar. **Usineiro**, v.2, n.8, p.43-48, abr./maio 1987.

CARVALHO, F. C. de. Mercado de exportação de açúcar do Brasil: modelos de equilíbrio e desequilíbrio e avaliação da política de estabilização. Viçosa, 1986. 98p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

CARVALHO, L.C.C. Pesos diferentes. **Agroanalysis**, v.20, n.3, p.41–44, mar. 2000.

CONJUNTURA ECONÔMICA. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996-2001.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de instruções**. Piracicaba: Consecana, 2000. 92p.

COSTA, C. C da. Formação de preços de açúcar e álcool combustível anidro e hidratado no Estado de São Paulo. Piracicaba, 2001. 104p. Dissertação (M.S) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ENDERS, W. **Applies econometric time series**. New York: John Wiley & Sons, 1995. 403p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Sugar: world markets and trade.** Washington: USDA, May2001. <http://www.fas.usda.com> (20/08/2001).

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados Agregados.** <http://www.sidra.ibge.gov.br> (24/08/2001).

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A.C. **Finanças públicas:** teoria e prática no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 1999, 381p.

GOLDSTEIN, M.; KHAN, M.S. The supply and demand for exports: a simultaneous approach. **The Review of Economics and Statistics**, v.60, n.2, p.275-286, 1978.

GONÇALVES, J. S.; VEIGA FILHO, A.A. Açúcar e álcool. **Prognóstico Agrícola**, v.2, p.141–150, 1998.

GUJARATI, D.N. **Basic econometrics.** 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1995. 838p.

HARRIS, R. **Using cointegration analysis in econometric modelling.** New York: Prentice Hall, 1995. 176p.

HENDERSON, J. M.; QUANDT, R.E. **Teoria microeconômica.** 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1976. 417p.

INFORMAÇÃO UNICA. São Paulo: UNICA, jan.2000 – maio/jun. 2001.

KMENTA, J. **Elementos de econometria.** São Paulo: Atlas, 1978. 670p.

KOO, W.W.; TAYLOR, R.D. **2000 Outlook of the U.S. and world sugar markets.** Washington: USDA, July 2000. (Agricultural Economics Report, 444)

- MACHADO, F.B.P. Brasil, a doce terra. **Jornalcana**, 2000. <http://www.jornalcana.com.br> (10/09/2001).
- MANFRINI, L.F.; SEVERI, M.A. Quem vai comprar a energia cogorada? **Jornalcana**, n.87, p.28–30, mar. 2001.
- MARJOTTA-MAISTRO, M.C. Análise do consumo industrial de açúcar no estado de São Paulo. Piracicaba, 1998. 100p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MARTINI, E. O açúcar no Brasil: produção, procura e preço. Viçosa, 1964. 132p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Viçosa.
- MATOS, O.C. **Econometria básica: teoria e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 246p.
- NAVARRO JUNIOR, L. Setor sucroalcooleiro perde um grande líder. **Informativo Orplana**, v.8, n.3, p.1-2, mar. 2001.
- PINAZZA, A.H. Oferta de cana-de-açúcar na Região Norte-Nordeste. Piracicaba, 1978. 66p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Econometric models & economic forecasts**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 596p.
- RAMOS, P. Situação atual, problemas e perspectivas da agroindústria canavieira de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.29, n.10, p.9–24, out.1999.

- REIS, J.N.P.; CRESPO, J.E.Q. Um modelo econométrico para as exportações de açúcar do Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v.45, n.1, p.17-32, 1998.
- RIBEIRO, A.R. Estimativas de relações estruturais da oferta de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais – 1947/70. Viçosa, 1974. 59p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Viçosa.
- ROOSEN, J. **A regional econometric model of U.S. apple supply and demand**. Iowa: Iowa State University, Department of Economics, 1999. 21p. (Staff paper series, 317)
- SHIKIDA, P. F.A.; BACHA, C.J.C. A evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **Revista Brasileira de Economia**, v.53, n.1, p.69-89, jan./mar.1999.
- SILVA, M.L. da; REZENDE, J.L.P. de; SILVA, O.M. da; OLIVEIRA, A.D. de. Análise do mercado brasileiro de papel e papelão. **Estudos Econômicos**, v.28, n.1, p.77–97, jan./mar. 1998.
- SOUZA, Z.J.; BURNQUIST, H.L. O potencial sucroalcooleiro de co-geração e a questão da comercialização. **Preços Agrícolas**, v.14, n.158, p.17-20, dez.1999.
- STALDER, S.H.G.M.; BURNQUIST, H.L. A importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor agroindustrial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.34, n.3 e 4, p.103-119, jul./dez. 1996.
- STALDER, S. H. G de M. Análise da participação do Brasil no mercado internacional de açúcar. Piracicaba, 1997. 121p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SUMA ECONÔMICA. Rio de Janeiro, n.278, p.18 e 46, jun.2001.

VILLANOVA, J.A. Panorama estrutural do segmento sucroalcooleiro. **Agroanalysis**, v.15, n.3, p.8–12, mar. 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Valores críticos das estatísticas τ_τ , τ_μ e τ para teste de raiz unitária.

Tamanho da amostra	Probabilidade	
	1%	5%
Estatística τ_τ (Testa estacionariedade de modelo com constante e tendência)		
50	-4.15	-3.50
100	-4.04	-3.45
Estatística τ_μ (Testa estacionariedade de modelo com constante e sem tendência)		
50	-3.58	-2.93
100	-3.51	-2.89
Estatística τ (Testa estacionariedade de modelo sem constante e sem tendência)		
50	-2.62	-1.95
100	-2.60	-1.95

Fonte: Enders (1995)

APÊNDICE 2. Valores críticos das estatísticas $\tau_{\beta\tau}$ e $\tau_{\alpha\mu}$.

Tamanho da amostra	Probabilidade	
	1%	5%
Estatística $\tau_{\beta\tau}$ (Testa significância do termo de tendência determinística no modelo)		
50	3.60	2.81
100	3.53	2.79
Estatística $\tau_{\alpha\mu}$ (Testa significância da constante no modelo)		
50	3.28	2.56
100	3.22	2.54

Fonte: Dickey & Fuller (1981)

APÊNDICE 3. Valores críticos dos testes de co-integração ao nível de 0,01; 0,05 e 0,10 de probabilidade, para 100 observações.

Variáveis	1%	5%	10%
1	3,51	2,89	2,58
2	4,07	3,37	3,03
3	4,45	3,93	3,59

Fonte: Engle e Granger (1987) e Engle e Yoo (1987).